MAX

1|2 B

NOVA

VMBO-KGT

NaSk



NAAM EN KLAS:

MALMBERG



1|2 VMBO|KGT Deel B

NaSk

Auteurs
F. Kappers
M. Kelder
L. Lenders
S. Michon
C. Schatorjé
T. Seynaeve

Eindredactie
L. Pijnappels

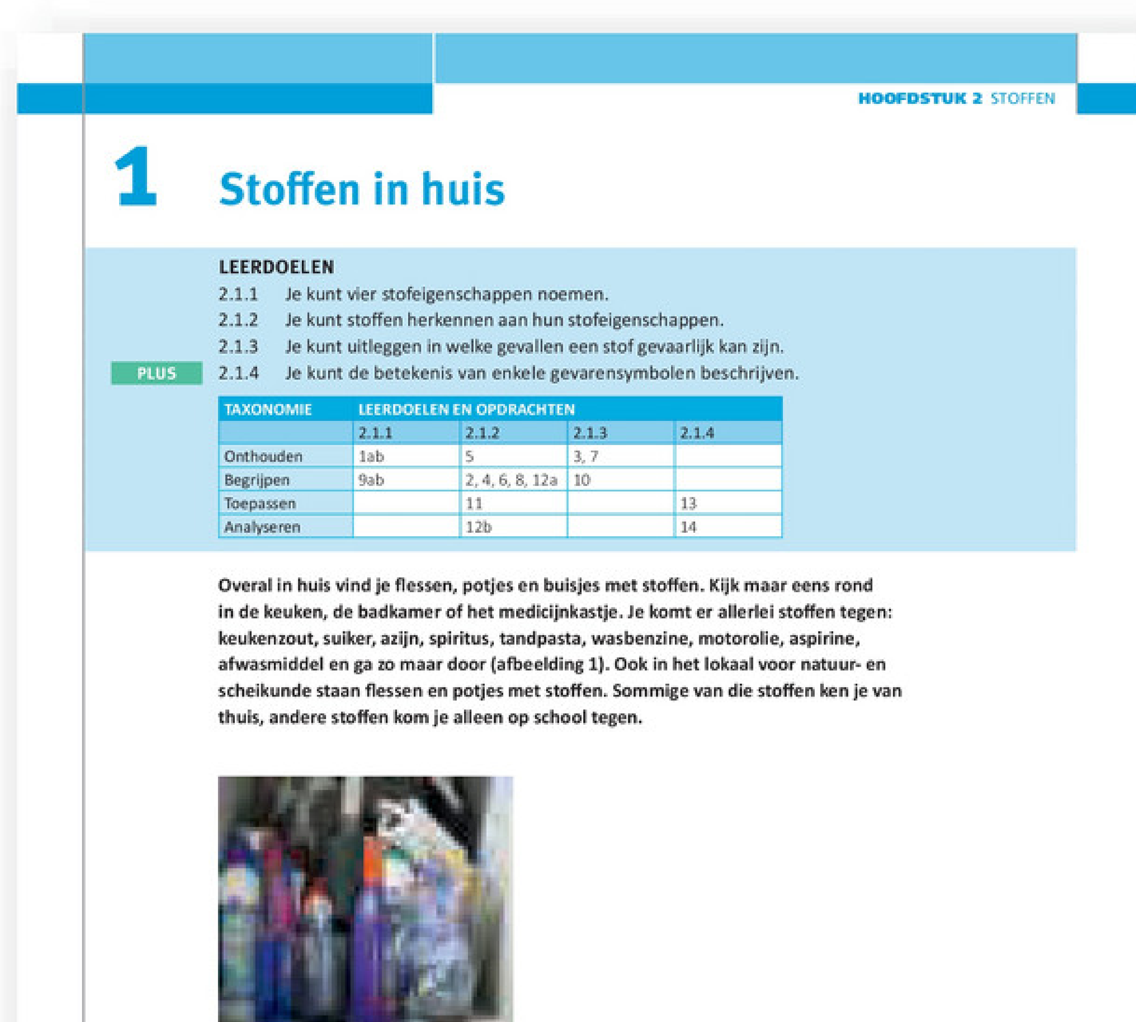
MAX Release 2021

www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?

Natuur- en scheikunde gaat over de wereld om je heen. Met Nova heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!



HOOFDSTUK 2 STOFFEN

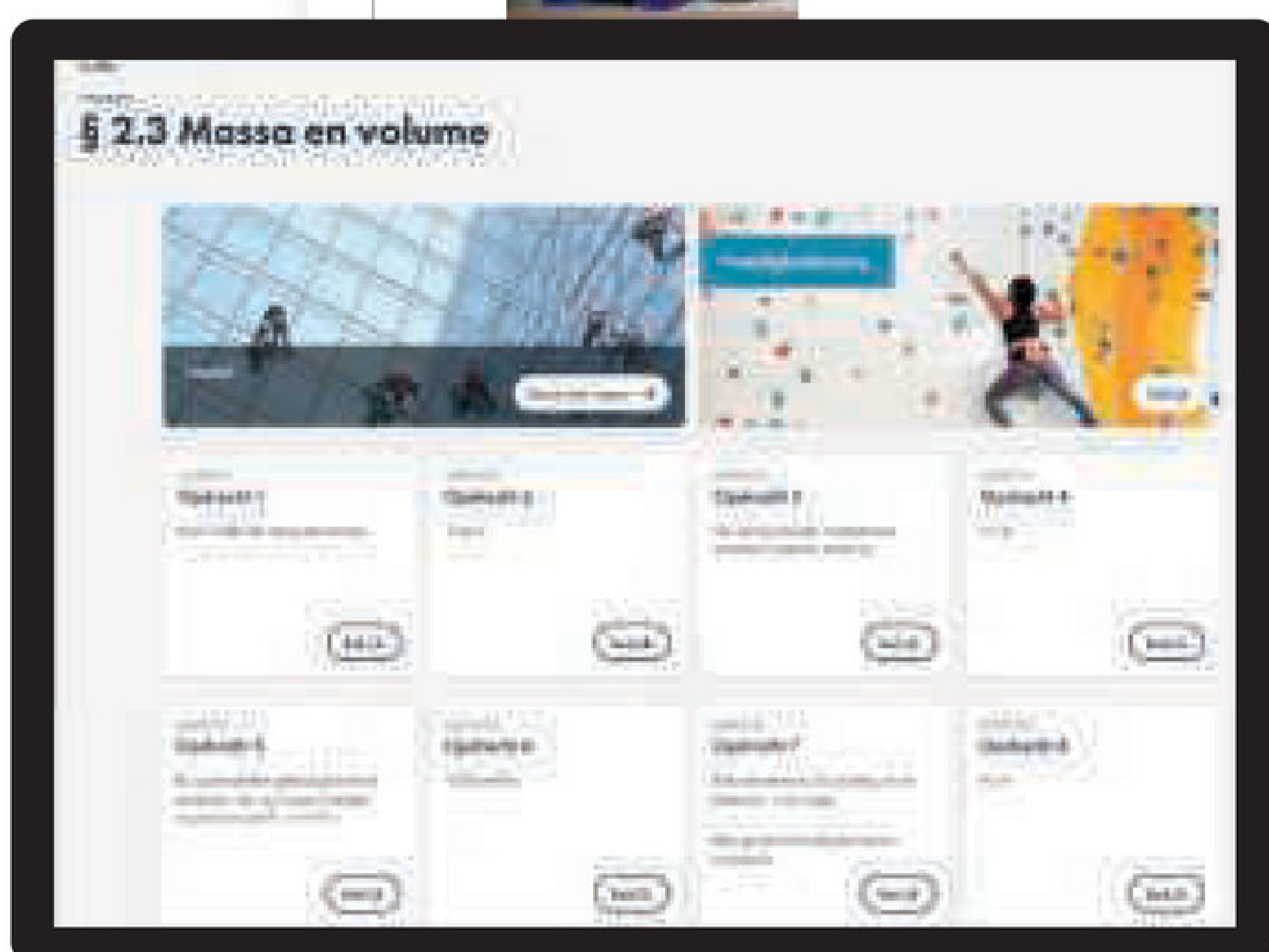
1 Stoffen in huis

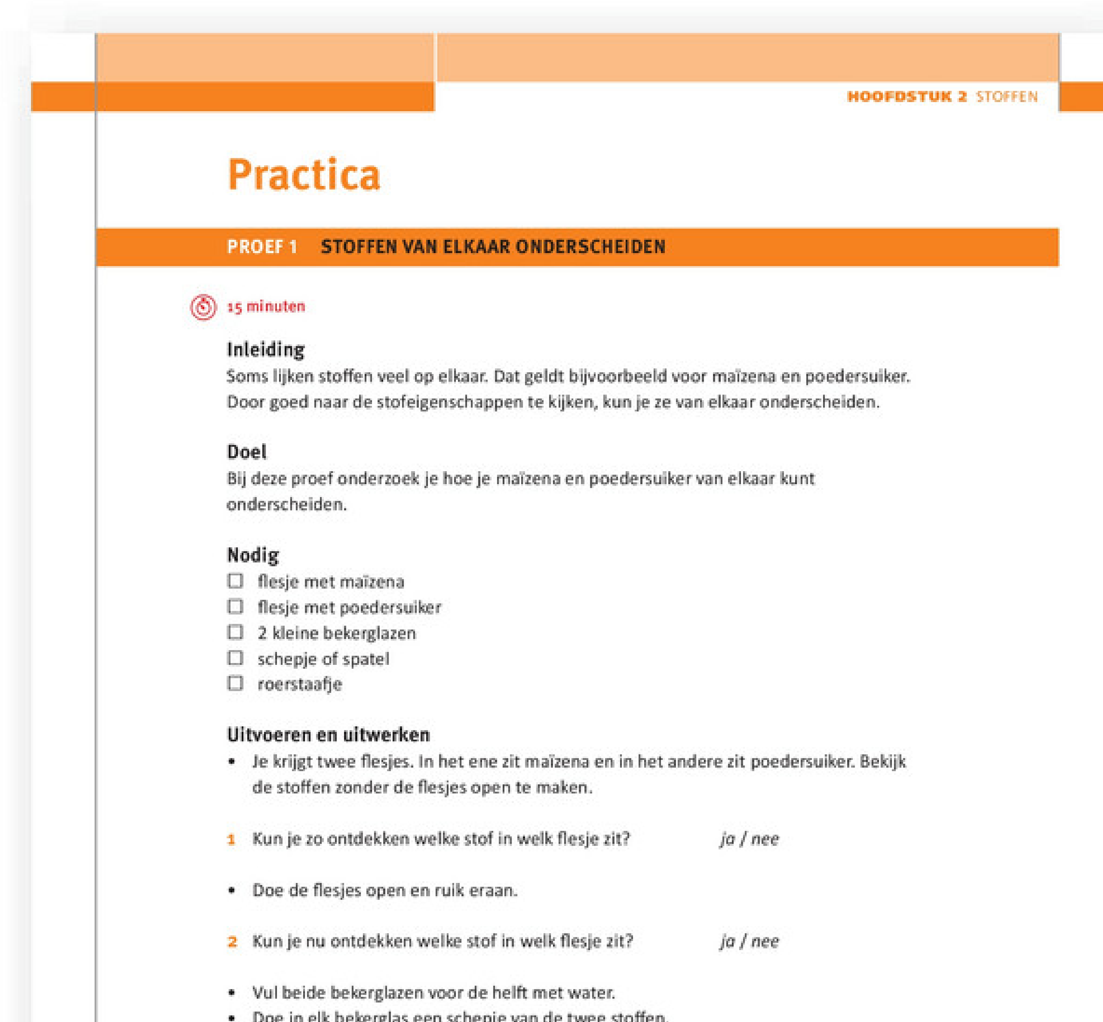
LEERDOELEN

2.1.1 Je kunt vier stofeigenschappen noemen.
2.1.2 Je kunt stoffen herkennen aan hun stofeigenschappen.
2.1.3 Je kunt uitleggen in welke gevallen een stof gevaarlijk kan zijn.
PLUS 2.1.4 Je kunt de betekenis van enkele gevarensymbolen beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4
Onthouden	1ab	5	3, 7	
Begrijpen	9ab	2, 4, 6, 8, 12a	10	
Toepassen		11		13
Analyseren		12b		14

Overal in huis vind je flessen, potjes en buisjes met stoffen. Kijk maar eens rond in de keuken, de badkamer of het medicijnkastje. Je komt er allerlei stoffen tegen: keukenzout, suiker, azijn, spiritus, tandpasta, wasbenzine, motorolie, aspirine, afwasmiddel en ga zo maar door (afbeelding 1). Ook in het lokaal voor natuur- en scheikunde staan flessen en potjes met stoffen. Sommige van die stoffen ken je van thuis, andere stoffen kom je alleen op school tegen.





HOOFDSTUK 2 STOFFEN

Practica

PROEF 1 STOFFEN VAN ELKAAR ONDERSCHEIDEN

15 minuten

Inleiding
Soms lijken stoffen veel op elkaar. Dat geldt bijvoorbeeld voor maïzena en poedersuiker. Door goed naar de stofeigenschappen te kijken, kun je ze van elkaar onderscheiden.

Doel
Bij deze proef onderzoek je hoe je maïzena en poedersuiker van elkaar kunt onderscheiden.

Nodig
- ☐ flesje met maïzena
- ☐ flesje met poedersuiker
- ☐ 2 kleine bekerglazen
- ☐ schepje of spatel
- ☐ roerstaafje

Uitvoeren en uitwerken
- Je krijgt twee flesjes. In het ene zit maïzena en in het andere zit poedersuiker. Bekijk de stoffen zonder de flesjes open te maken.

1 Kun je zo ontdekken welke stof in welk flesje zit? *ja / nee*

- Doe de flesjes open en ruik eraan.

2 Kun je nu ontdekken welke stof in welk flesje zit? *ja / nee*

- Vul beide bekerglazen voor de helft met water.
- Doe in elk bekerglas een schepje van de twee stoffen.
- Roer daarna flink.



Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je leraar kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in theorieparagrafen en practica. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren. Aan het einde van elke paragraaf staat plusstof. In het onderdeel practica ga je met proeven aan de slag en leer je onderzoeken. In de afsluiting van het hoofdstuk vind je de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

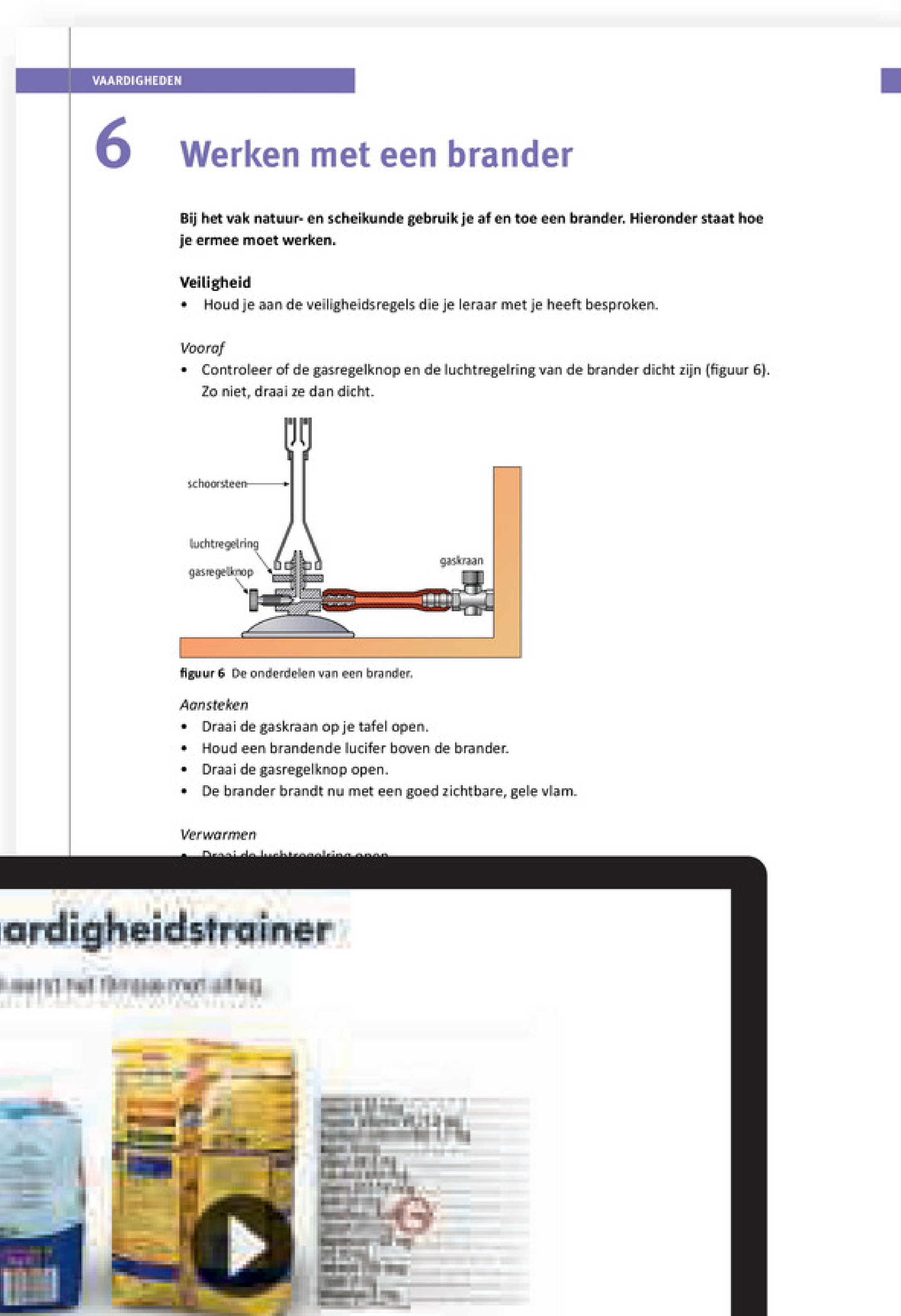
- Begin elk hoofdstuk met *Wat weet je al?*
- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je oefent belangrijke vaardigheden met de *Vaardigheidstrainer*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf*, *Oefentoets* of *Diagnostische toets*.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je leraar volgt hoe je het doet.

Vaardigheden

Aan het eind van elk boek vind je het onderdeel Vaardigheden, waarin de belangrijkste vaardigheden om onderzoek te doen worden uitgelegd. Enkele belangrijke vaardigheden kun je online oefenen met de *Vaardigheidstrainer*.

Goede voorbereiding op de toets!

In het boek vind je in de afsluiting van elk hoofdstuk de onderdelen Onthoud en Begrippen die je helpen bij de voorbereiding op de toets.
Elk hoofdstuk wordt in de online paragraaf Afsluiting afgesloten met een *Samenvattende opdracht*. Hier vind je ook *Flitskaarten* voor het leren van alle begrippen en er is een *Diagnostische toets*. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de *Test jezelf* of *Oefentoets*.



VAARDIGHEDEN

6 Werken met een brander

Bij het vak natuur- en scheikunde gebruik je af en toe een brander. Hieronder staat hoe je ermee moet werken.

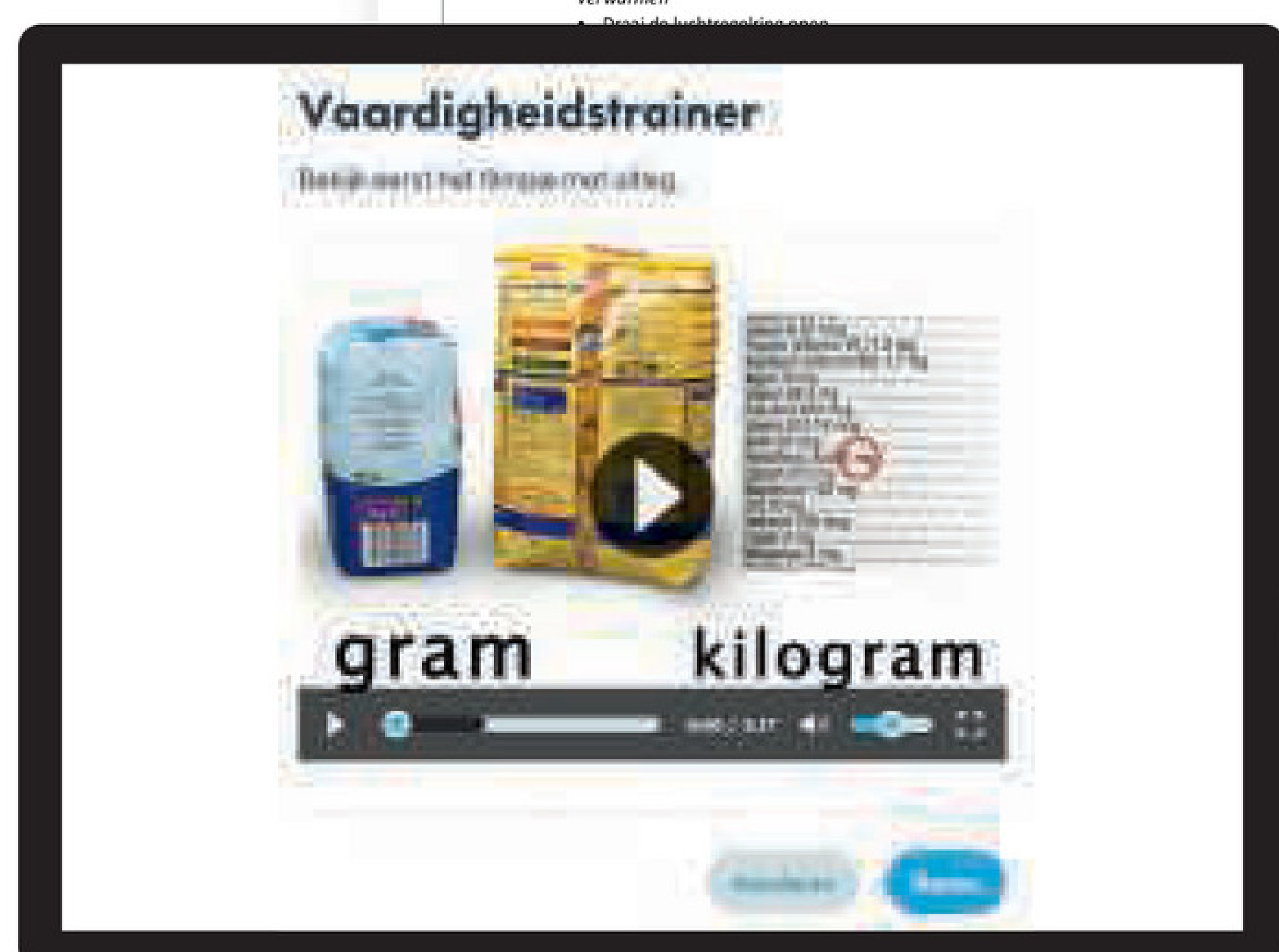
Veiligheid
- Houd je aan de veiligheidsregels die je leraar met je heeft besproken.

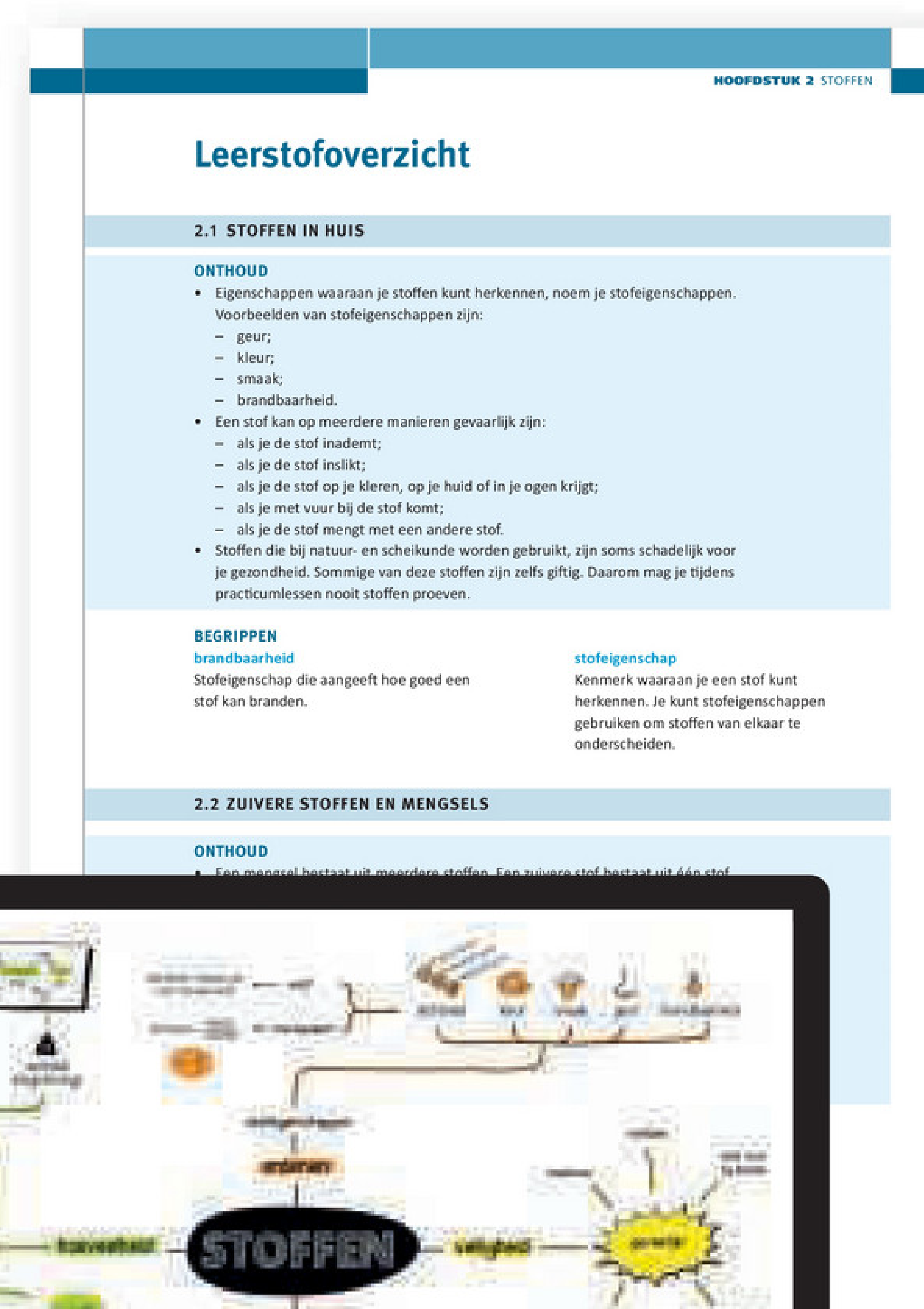
Vooraf
- Controleer of de gasregelknop en de luchtregelring van de brander dicht zijn (figuur 6). Zo niet, draai ze dan dicht.

figuur 6 De onderdelen van een brander.

Aansteken
- Draai de gaskraan op je tafel open.
- Houd een brandende lucifer boven de brander.
- Draai de gasregelknop open.
- De brander brandt nu met een goed zichtbare, gele vlam.

Verwarmen





HOOFDSTUK 2 STOFFEN

Leerstofoverzicht

2.1 STOFFEN IN HUIS

ONTHOUD
- Eigenschappen waaraan je stoffen kunt herkennen, noem je stofeigenschappen. Voorbeelden van stofeigenschappen zijn:
  - geur;
  - kleur;
  - smaak;
  - brandbaarheid.
- Een stof kan op meerdere manieren gevaarlijk zijn:
  - als je de stof inademt;
  - als je de stof inslikt;
  - als je de stof op je kleren, op je huid of in je ogen krijgt;
  - als je met vuur bij de stof komt;
  - als je de stof mengt met een andere stof.
- Stoffen die bij natuur- en scheikunde worden gebruikt, zijn soms schadelijk voor je gezondheid. Sommige van deze stoffen zijn zelfs giftig. Daarom mag je tijdens practicumlessen nooit stoffen proeven.

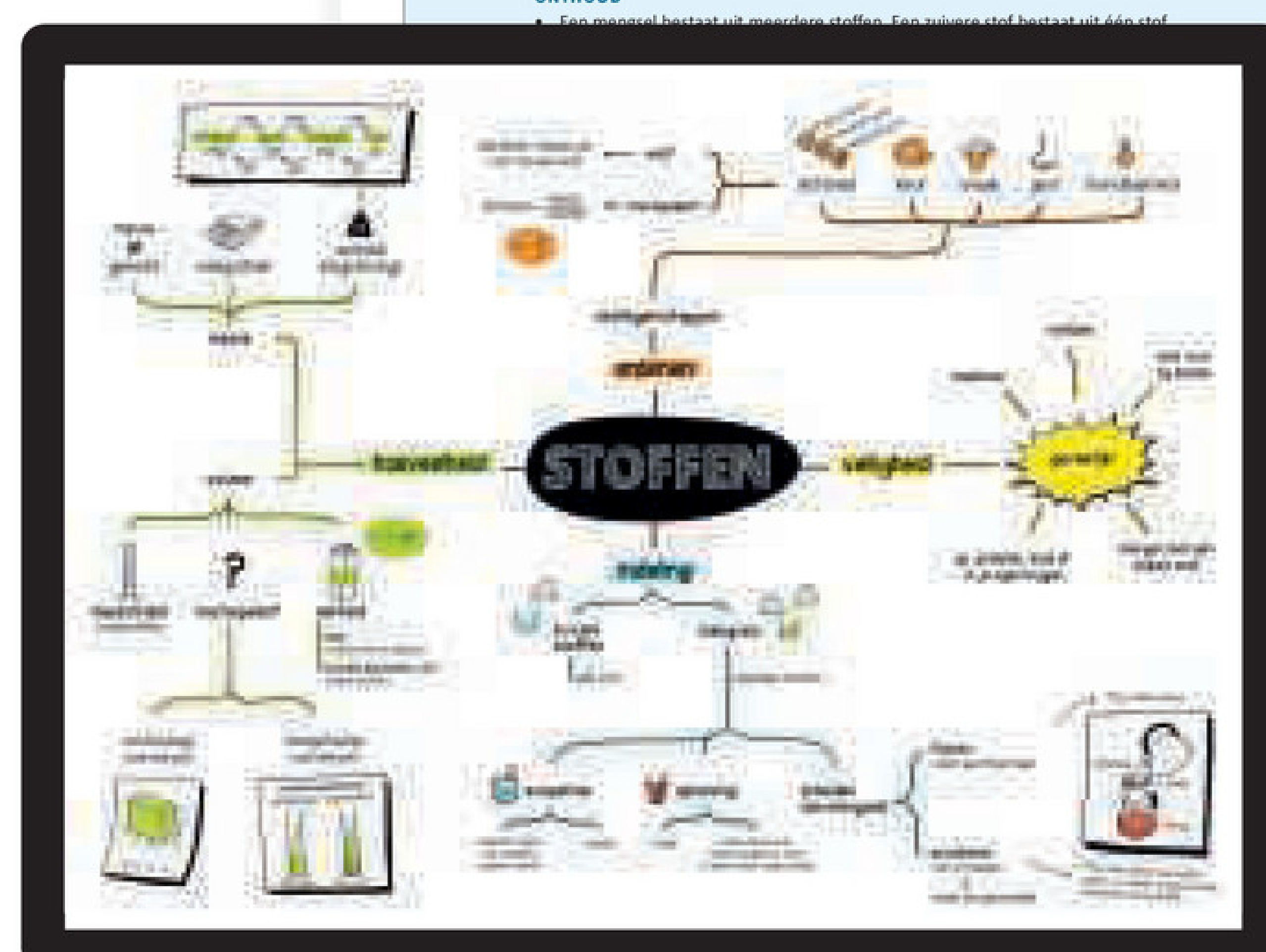
BEGRIPPEN

brandbaarheid
Stofeigenschap die aangeeft hoe goed een stof kan branden.

stofeigenschap
Kenmerk waaraan je een stof kunt herkennen. Je kunt stofeigenschappen gebruiken om stoffen van elkaar te onderscheiden.

2.2 ZUIVERE STOFFEN EN MENGSELS

ONTHOUD



Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

 ga naar de online leeromgeving voor handige extra's

PROEF 1 er is een practicum bij deze lesstof

 gebruik de vaardigheid bij deze opdracht

 met dit practicum ben je zo lang bezig

 dit is een moeilijke opdracht

Inhoud Deel A


Inhoud Deel B

5

Bewegen

SPORT EN VERKEER

In de sport en het verkeer draait alles om beweging. Daarom zijn er allerlei technieken ontwikkeld om bewegingen vast te leggen, te bestuderen en te beschrijven. De resultaten worden gebruikt om het verkeer veiliger te maken en sportprestaties te verbeteren.



1 Bewegingen vastleggen

LEERDOELEN

5.1.1 Je kunt uitleggen op welke manieren je een beweging vast kunt leggen.
5.1.2 Je kunt uitleggen hoe je een stroboscopische foto maakt.
5.1.3 Je kunt een afstand-tijdtabel maken van een beweging van een voorwerp.
5.1.4 Je kunt een afstand-tijddiagram tekenen van een afstand-tijdtabel.
5.1.5 Je kunt een afstand-tijddiagram aflezen.
PLUS 5.1.6 Je kunt uitleggen hoe je een video-opname van een beweging kunt analyseren.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	5.1.5	5.1.6
Onthouden	1	2, 4, 6		3abc		
Begrijpen	5, 9ab, 11abcd	7a, 8a	12a	3d	12cd	15bc
Toepassen	11e	7b, 10a		12b		15a
Analyseren		8b, 10b				13, 14, 15d

Het is vaak moeilijk te zien hoe iemand of iets beweegt. Vooral snelle bewegingen zijn met het blote oog niet goed te volgen. Soms wil je toch graag weten hoe zo'n beweging verloopt. Daarom zijn er verschillende manieren bedacht om bewegingen vast te leggen.

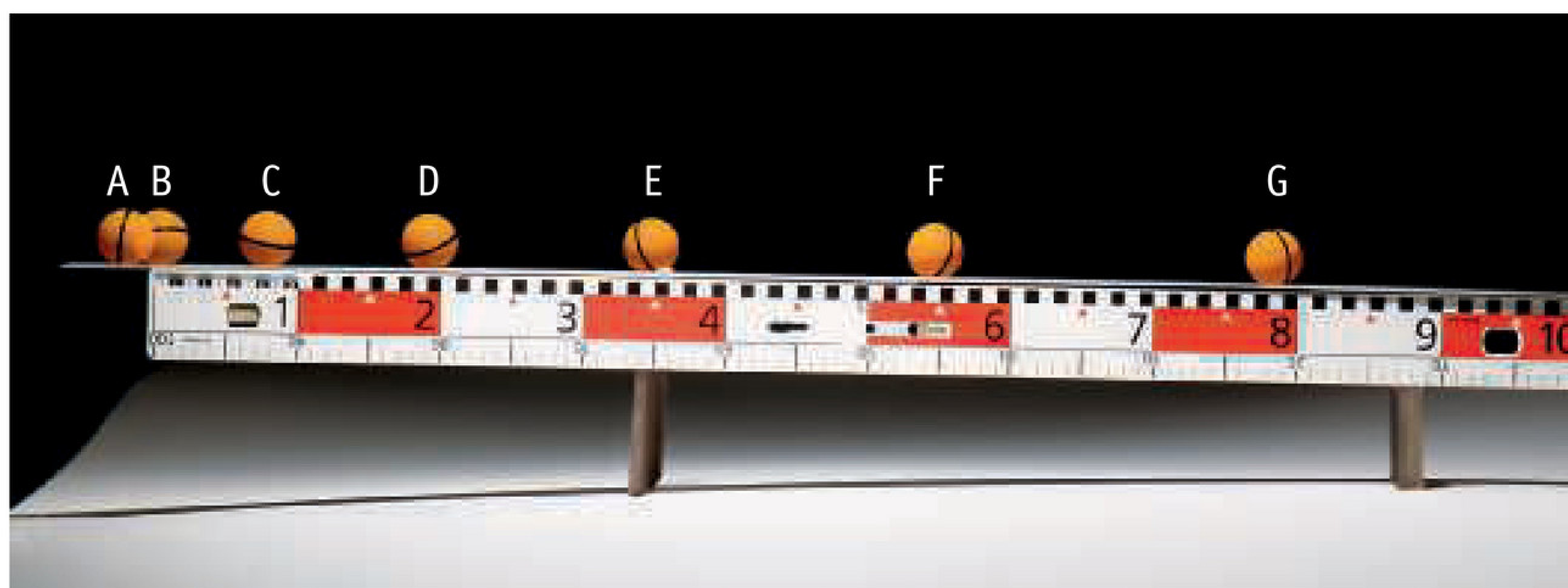
BEWEGINGEN FOTOGRAFEREN

PROEF 1

Eén manier is de beweging met korte tussenpozen te fotograferen. Je krijgt dan een serie foto's die elk één moment van de beweging laten zien. Als je een beweging filmt, doe je eigenlijk hetzelfde. Ook dan wordt de beweging vastgelegd in een serie beelden. Een videocamera maakt bijvoorbeeld dertig opnames per seconde.

Je kunt een beweging ook vastleggen door een **stroboscopische foto** te maken. Zo'n foto wordt gemaakt in een verduisterde ruimte, met als enige verlichting een **stroboscooplamp**. Dat is een apparaat dat met regelmatige tussenpozen een lichtflits geeft. De fotograaf laat de sluiter van het fototoestel tijdens de hele beweging openstaan. Elke keer dat de stroboscooplamp een lichtflits geeft, wordt er een moment van de beweging vastgelegd. Alle beelden komen op verschillende plaatsen in dezelfde foto terecht.

In afbeelding 1 zie je een stroboscopische foto van een bal die een helling afrolt. De tijd tussen twee flitsen is steeds hetzelfde. De beweging begint in punt A. Doordat de afstand tussen de gefotografeerde bal steeds groter wordt, weet je dat de bal steeds sneller naar beneden rolt.



afbeelding 1 Hoe beweegt de rollende bal?

EEN AFSTAND-TIJDTABEL MAKEN

Soms is het handig om een afstand-tijdtabel van een beweging te maken. Je kunt zo'n tabel maken aan de hand van een stroboscopische foto. Je moet dan wel weten:

- hoeveel tijd er tussen de lichtflitsen zit;
- hoe groot de afstanden op de foto in werkelijkheid zijn.

Om de afstand gemakkelijk te kunnen bepalen, staat er vaak ook een meetlat op de foto.

In afbeelding 1 is de tijdsduur tussen twee lichtflitsen een halve seconde (0,5 s). De afstanden kun je aflezen op de meetlat. Daarbij kijk je steeds naar de rechterkant van de bal. De beweging begint bij A. Dus zet je in tabel 1 bij A: tijd = 0 s en afstand = 0 cm.
Dan lees je de afstand af tussen A en B. Dat is 3 cm. De bal heeft dus 3 cm afgelegd in 0,5 s. Je vult in bij B: tijd = 0,5 s en afstand = 3 cm.
Vervolgens lees je de afstand af tussen A en C. Je ziet dat de bal in 1,0 s een totale afstand heeft afgelegd van 10 cm. Je vult in bij C: tijd = 1,0 s en afstand = 10 cm.

tabel 1 Een afstand-tijdtabel.

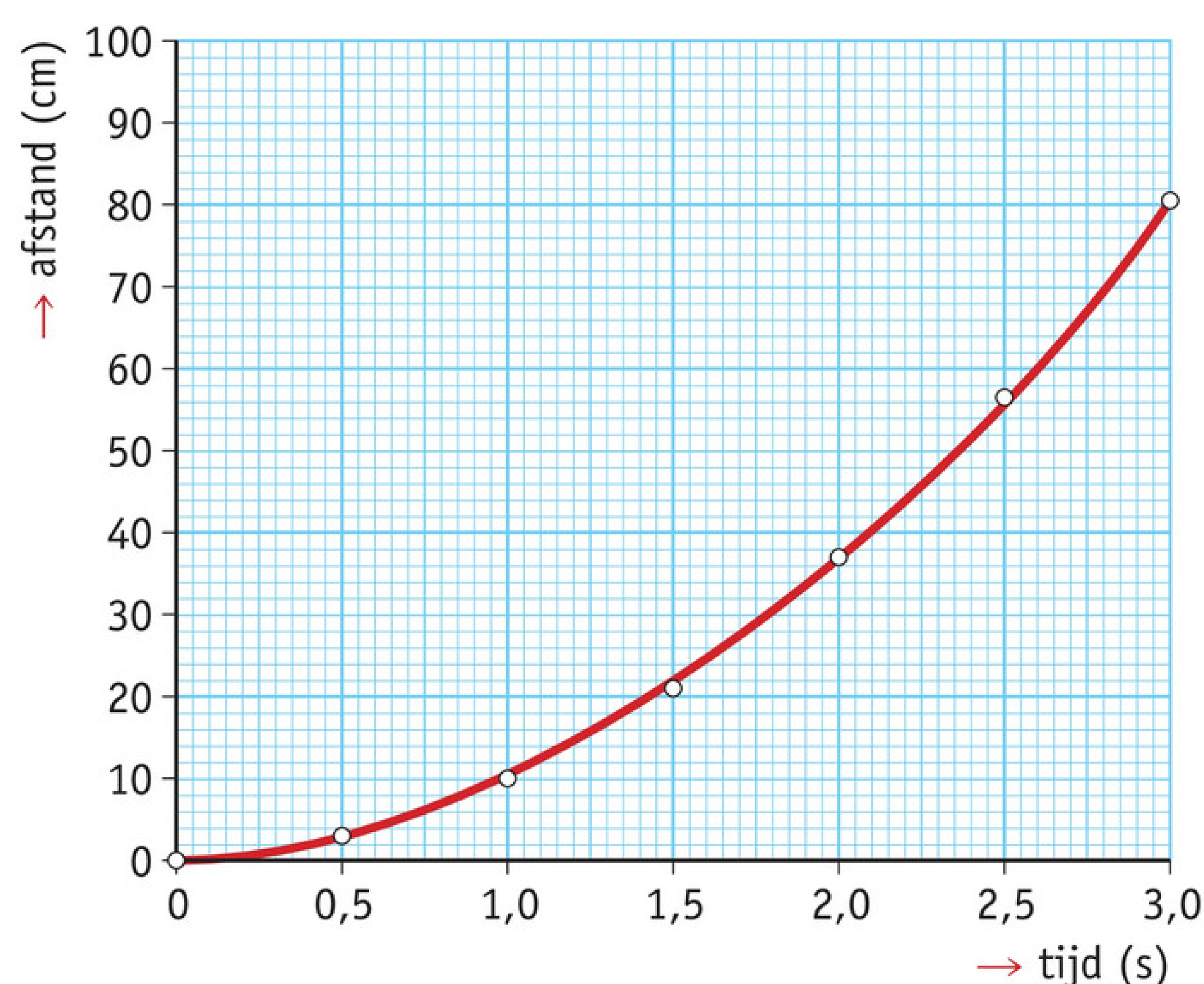
	tijd (s)	afstand (cm)
A	0	0
B	0,5	3
C	1,0	10
D	1,5	21,5
E	2,0	37
F	2,5	56,5
G	3,0	80

EEN AFSTAND-TIJDDIAGRAM MAKEN

Van een afstand-tijdtabel kun je een afstand-tijddiagram maken. Zo'n diagram maak je als volgt:

- Teken een assenstelsel, met de tijd langs de horizontale as (van links naar rechts) en de afstand langs de verticale as (van beneden naar boven).
- Teken de gegevens uit de tabel als punten in het assenstelsel.
- Teken een lijn die zo goed mogelijk aansluit bij de meetpunten. Dat kan een rechte of een kromme lijn zijn.

In afbeelding 2 zie je in het **afstand-tijddiagram** de grafiek van de beweging van de rollende bal in afbeelding 1. Je kunt nu bij elk tijdstip de bijbehorende afstand aflezen, en omgekeerd.



afbeelding 2 Een afstand-tijddiagram.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS BEWEGINGEN FILMEN

Je kunt een beweging vastleggen door het bewegende voorwerp te filmen met een videocamera. In de camera wordt dan een video-opname opgeslagen. Die bestaat uit een serie beelden die met korte tussenpozen zijn gemaakt (afbeelding 3). Veel videocamera's maken opnames met dertig beelden per seconde. De tijd tussen twee opeenvolgende beelden is dan 1/30 s (= 33 ms).



afbeelding 3 Een serie beelden uit een video-opname.

Er zijn computerprogramma's waarmee je een video-opname beeld voor beeld kunt onderzoeken. Vaak biedt zo'n programma de mogelijkheid een voorwerp aan te klikken waarvan je de beweging wilt volgen. Het programma verzamelt dan gegevens over de plaats en de snelheid van het voorwerp, en presenteert die in een tabel of een grafiek.

Je kunt niet elke video-opname zo onderzoeken. Voor een goed resultaat heb je een opname nodig waarbij het voorwerp voor een stilstaande camera langs beweegt. Een opname waarbij het voorwerp naar de camera toe of van de camera af beweegt, kun je dus niet onderzoeken. Ook moet er op de opname een meetlat te zien zijn of een ander voorwerp waarvan je de afmetingen kent. Daarmee kun je aangeven wat de schaal is van het beeld. Ten slotte moet je weten uit hoeveel beelden per seconde de opname bestaat.

LEERSTOF

1 Je kunt een beweging op verschillende manieren vastleggen.
Om op één beeld meerdere momentopnames vast te leggen, gebruik je:

- ○ A een flitser.
- ○ B een stroboscooplamp.
- ○ C een tl-lamp.
- ○ D een videolamp.

2 Hoe maak je een stroboscopische foto? Kies de twee juiste antwoorden.

- ☐ A De lamp geeft korte flitsen.
- ☐ B De lamp is de hele tijd aan.
- ☐ C De sluiter van de camera gaat een paar keer open en dicht.
- ☐ D De sluiter van de camera staat de hele tijd open.

3 Jan-Peter heeft een afstand-tijddiagram gemaakt van een beweging (afbeelding 4). Hij is nog niet klaar met het diagram.

a Wat moet hij nog langs de horizontale as zetten? *afstand (cm) / tijd (s)*

b Wat moet hij nog langs de verticale as zetten? *afstand (cm) / tijd (s)*

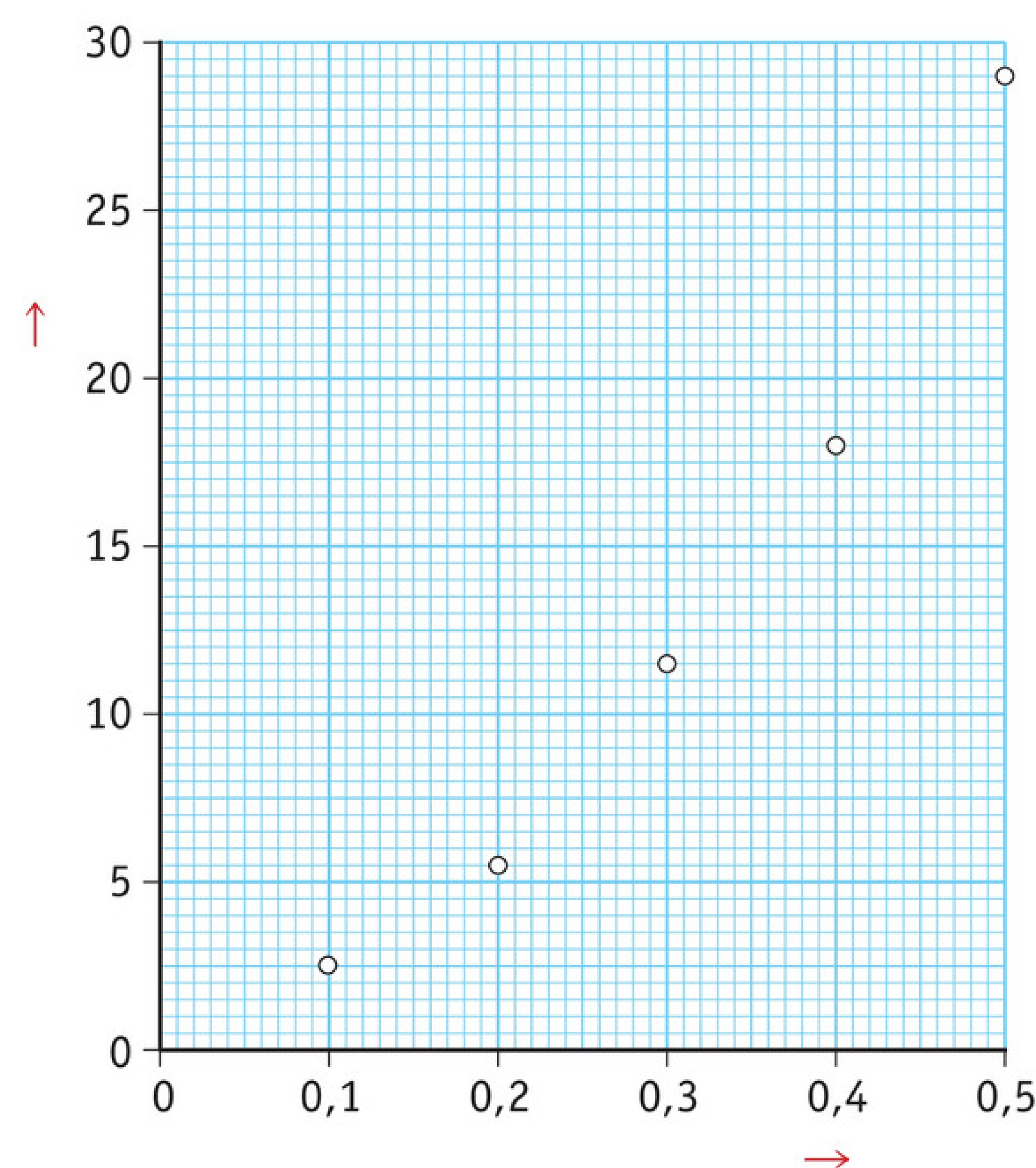
c Wat moet hij met de ingetekende punten doen?

○ A Hij moet de ingetekende punten verbinden met rechte lijntjes.

○ B Hij moet een lijn tekenen die zo goed mogelijk aansluit bij de ingetekende punten.

○ C Hij moet langs de ingetekende punten een rechte en een kromme lijn tekenen.

d Teken de lijn door de ingetekende punten.



afbeelding 4 Een afstand-tijddiagram.

4 Wat moet je beslist weten als je van een stroboscopische foto een afstand-tijdtabel wilt maken? Kies de twee juiste antwoorden.

☐ A de tijd tussen de flitsen

☐ B het aantal flitsen

☐ C het aantal foto's

☐ D hoe groot de afstanden op de foto in werkelijkheid zijn

5 Wat is géén goede manier om een snelle beweging vast te leggen?

○ A de beweging filmen met een videocamera

○ B de beweging met korte tussenpozen fotograferen

○ C de beweging met lange tussenpozen fotograferen

○ D een stroboscopische foto van de beweging maken

6 Wat is een stroboscooplamp?

○ A Een lamp die aan blijft terwijl je met regelmatige tussenpozen een foto maakt.

○ B Een lamp die aan gaat op het moment dat je een foto maakt.

○ C Een lamp die met regelmatige tussenpozen een foto maakt.

○ D Een lamp die met regelmatige tussenpozen een lichtflits geeft.

TOEPASSING

7 De foto in afbeelding 5 is gemaakt met een stroboscooplamp.

a Hoeveel keer heeft de lamp geflitst voor het maken van deze foto?

.... keer

b De tijdsduur tussen twee lichtflitsen is 0,15 s.
Hoeveel seconden heeft de hele beweging geduurd (van het eerste tot het laatste vastgelegde moment)?

....

....

....

afbeelding 5 Hoogspringen.



★ 8 De fotograaf van afbeelding 5 maakt nog een foto. De hoogspringer beweegt even snel, maar de fotograaf stelt de stroboscoop anders in. Hij verkort de tijd tussen de flitsen naar 0,05 s.

a Hoelang duurt de beweging van de hoogspringer nu?

....

....

b Hoe vaak staat de hoogspringer op de foto bij een flitstijd van 0,05 s?

....

9 In afbeelding 6 zie je twee foto's van een tafeltennisser. Bij het nemen van beide foto's bleef de sluiter van het fototoestel openstaan.

a Bij welke foto werd de tafeltennisspeler verlicht door een gewone lamp? Leg je antwoord uit.

....

....

b Bij welke foto werd de speler verlicht door een stroboscooplamp? Leg je antwoord uit.

....

....

afbeelding 6 Stroboscooplamp of gewone lamp?





★ 10 De stroboscopische foto van afbeelding 6 is gemaakt met een stroboscoop die vier keer per seconde flitst.

a Hoelang deed de speler erover om zijn hand naar boven te bewegen?

....

....

....

b De afstand die de hand op de foto aflegt, is 0,4 m.
Hoe groot is de afstand die de hand aflegt in 1 s?

....

....

11 In afbeelding 7 zie je een stroboscopische foto van een stuiterend balletje. De tijd tussen de lichtflitsen is steeds 0,04 s.

a Wanneer beweegt het balletje het snelst?

....

b Waaraan zie je dat op die plek het balletje het snelst beweegt?

....

....

c Wanneer beweegt het balletje het langzaamst?

....

d Waaraan zie je dat op die plek het balletje het langzaamst beweegt?

....

....

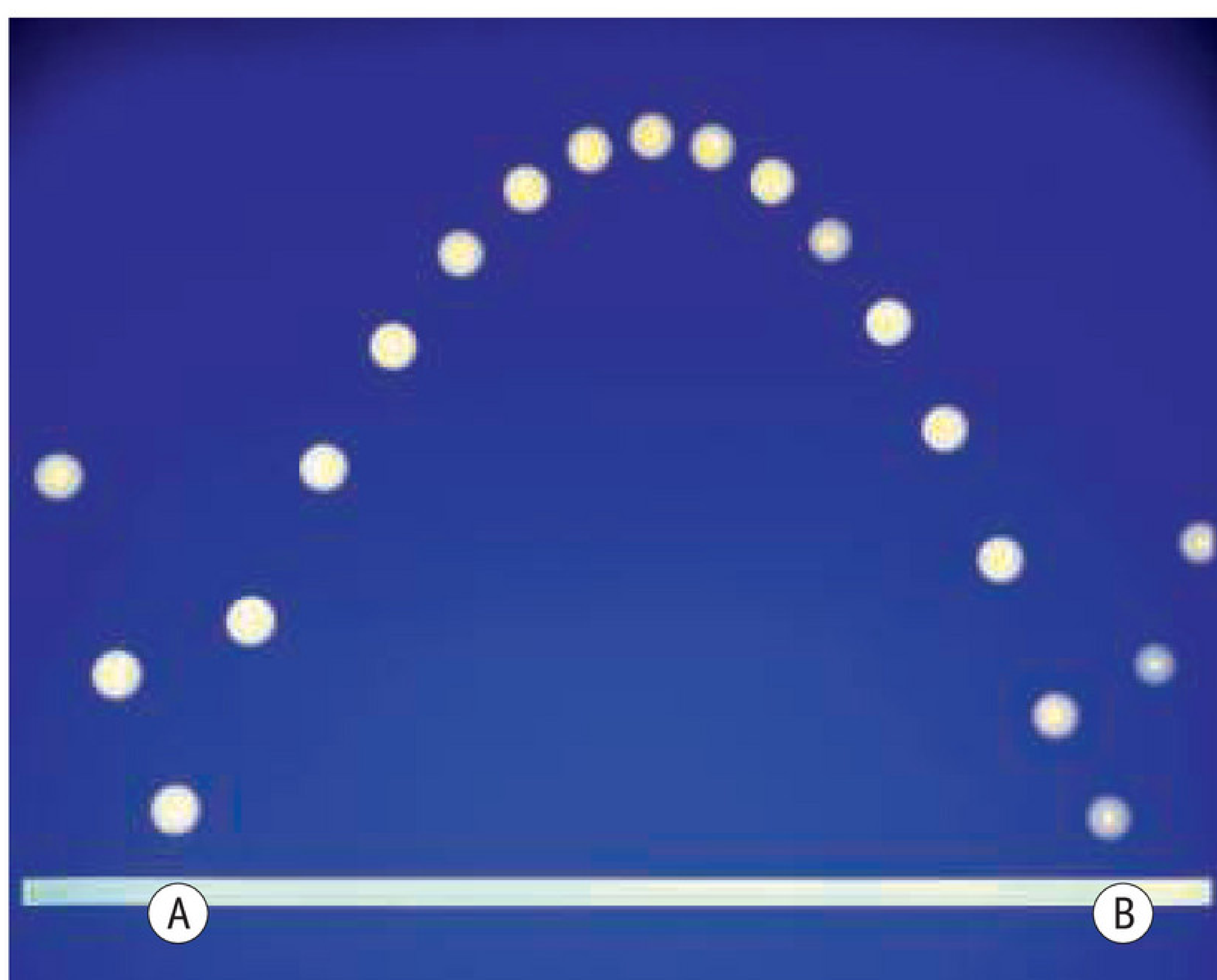
e Het balletje raakt de grond bij A en bij B.
Hoeveel tijd zit daartussen?

....

....

....

....



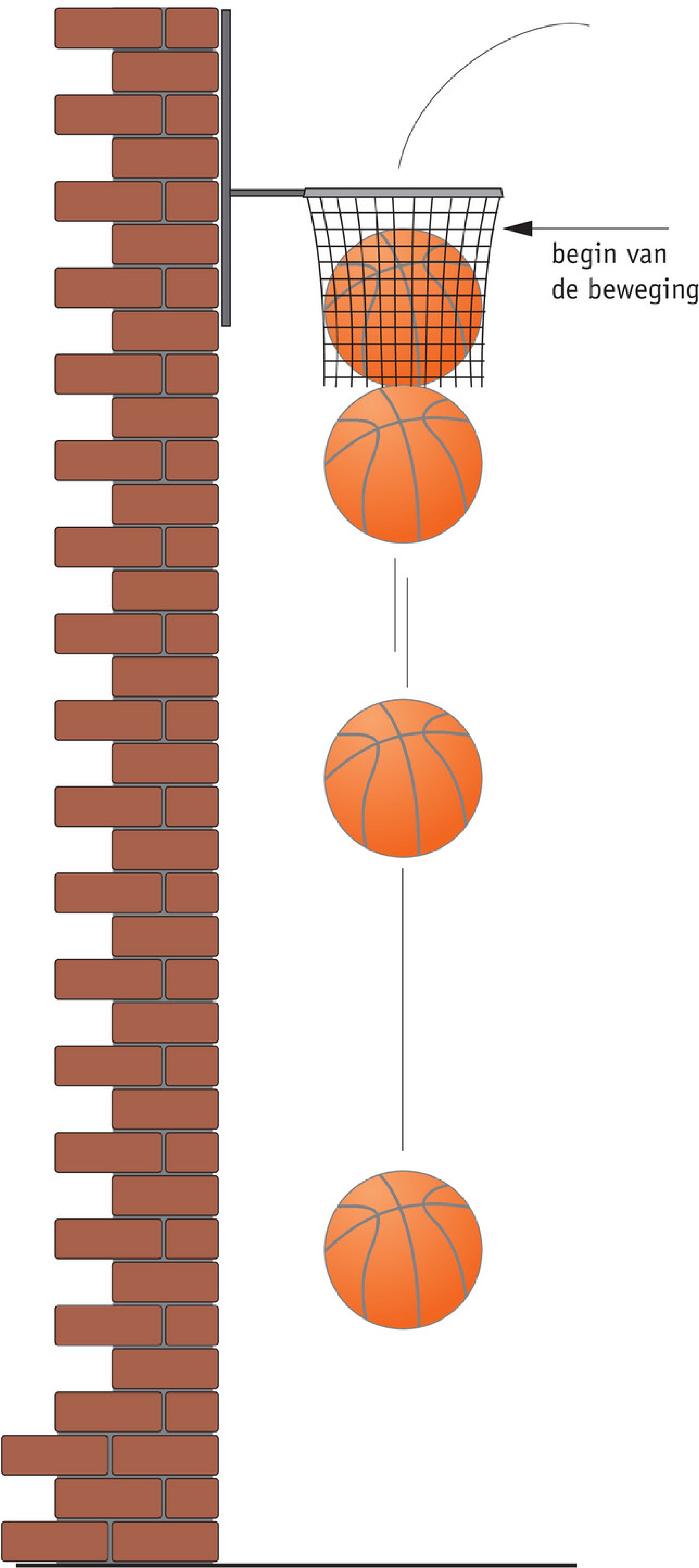
afbeelding 7 Een stuiterend balletje.

★ 12 Tijdens een basketbalwedstrijd is er gescoord (afbeelding 8). Elke 0,2 s wordt er een 'foto' gemaakt van de bal. In de afbeelding zie je waar de bal zich bevindt. De tekening is gemaakt op schaal 1:20. Dat betekent dat 1 cm in de tekening gelijk is aan 20 cm in de werkelijkheid.

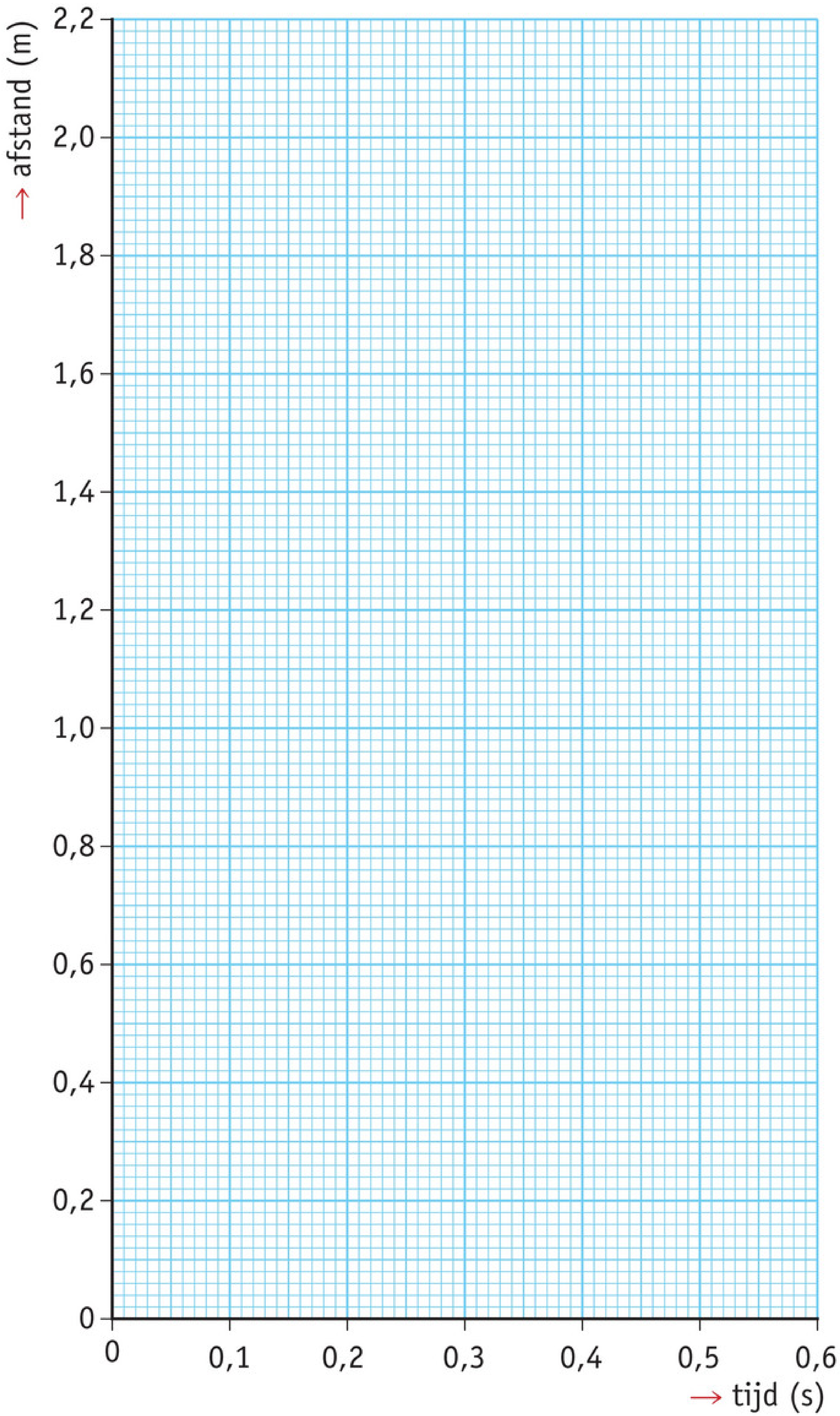
a Vul tabel 2 verder in. Gebruik de gegevens onder afbeelding 8. Houd bij de laatste kolom rekening met de schaal van de afbeelding.
b Teken in afbeelding 9 een afstand-tijddiagram van de beweging van de bal.
c Bepaal met behulp van de grafiek waar de bal is na 0,3 s. ....
d Bepaal waar de bal is na 0,5 s. ....

tabel 2 De vallende bal.

tijd (s)	afstand in de tekening (cm)	afstand in werkelijkheid (m)
0		
0,2		
0,4		
0,6		



afbeelding 8 Een vallende basketbal.



afbeelding 9 Het afstand-tijddiagram van een vallende basketbal.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS BEWEGINGEN FILMEN

13 Daan heeft de video-opname gemaakt van de hoogspringer uit afbeelding 3. Daan werkt met een programma voor het analyseren van videobeelden. Van de opname wil hij door het programma een afstand-tijddiagram laten tekenen. Zijn leraar waarschuwt hem dat hij daarvoor deze video-opname niet kan gebruiken.
Wat is er misgegaan met de video-opname van Daan?

....

14 Een video-opname van een beweging bestaat uit een hele serie beelden. Je kunt de opname met een computerprogramma bewerken tot één gecombineerd beeld (afbeelding 10). Op die manier krijg je ook een soort stroboscopische foto.
Welk voordeel heeft het om op deze manier een beeld te maken van een beweging, vergeleken met het maken van een foto met een stroboscooplamp?

....

....



afbeelding 10 Een 'stroboscopische foto' op basis van een video-opname.

★ 15 Met een camera zijn de zes beelden in afbeelding 11 gemaakt. De camera maakt tien beelden per seconde.

a Hoelang duurt de beweging in afbeelding 11?

....

....

....

b Staat de videocamera stil tijdens deze opname? Leg uit.

....

....

c Aan deze beelden kun je geen metingen doen. Wat ontbreekt daarvoor?

....

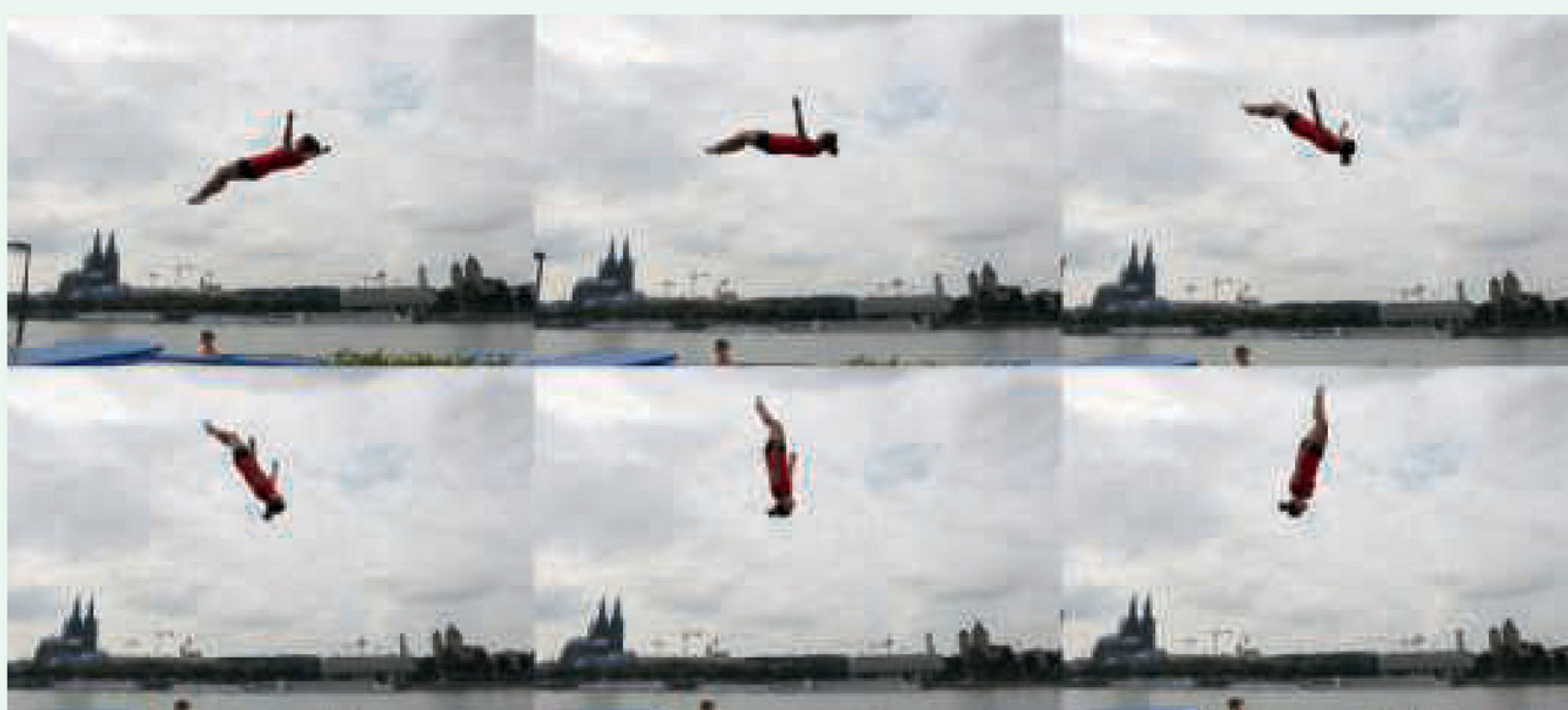
....

d Hoe zou je de hoogte van de sprong kunnen schatten?

....

....

....



afbeelding 11 Een trampolinespringster in actie.

2 Gemiddelde snelheid

LEERDOELEN

5.2.1 Je kunt de gemiddelde snelheid van een voorwerp berekenen.
5.2.2 Je kunt snelheid in m/s omrekenen naar km/h.
5.2.3 Je kunt de afstand berekenen die een voorwerp in een bepaalde tijd aflegt.
PLUS 5.2.4 Je kunt de reistijd uitrekenen als de afstand en snelheid bekend zijn.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.4
Onthouden	1, 5a	2, 5b, 7c		
Begrijpen	7a, 8ac, 12a	3, 7b	4	
Toepassen	8b, 9, 10abc	6	11	13ab, 14abc
Analyseren	12b			

Een wielrenner die 144 kilometer aflegt in vier uur, heeft een gemiddelde snelheid van 36 kilometer per uur (km/h). Dat betekent natuurlijk niet dat zijn snelheid de hele tijd precies 36 km/h was. Maar als hij wel voortdurend 36 km/h gereden had, zou hij dezelfde afstand (144 km) in dezelfde tijd (4 h) hebben afgelegd.

DE GEMIDDELDE SNELHEID BEREKENEN

De **gemiddelde snelheid** geeft een goede indruk van hoe snel iets of iemand beweegt. Je kunt de gemiddelde snelheid berekenen door de afgelegde afstand te delen door de benodigde tijd:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$$

met daarin:
- de gemiddelde snelheid in meter per seconde (m/s);
- de afstand in meter (m);
- de tijd in seconde (s).

Als je de afstand invult in kilometers en de tijd in uren, krijg je de gemiddelde snelheid in kilometer per uur (km/h). M/s en km/h zijn eenheden van snelheid.

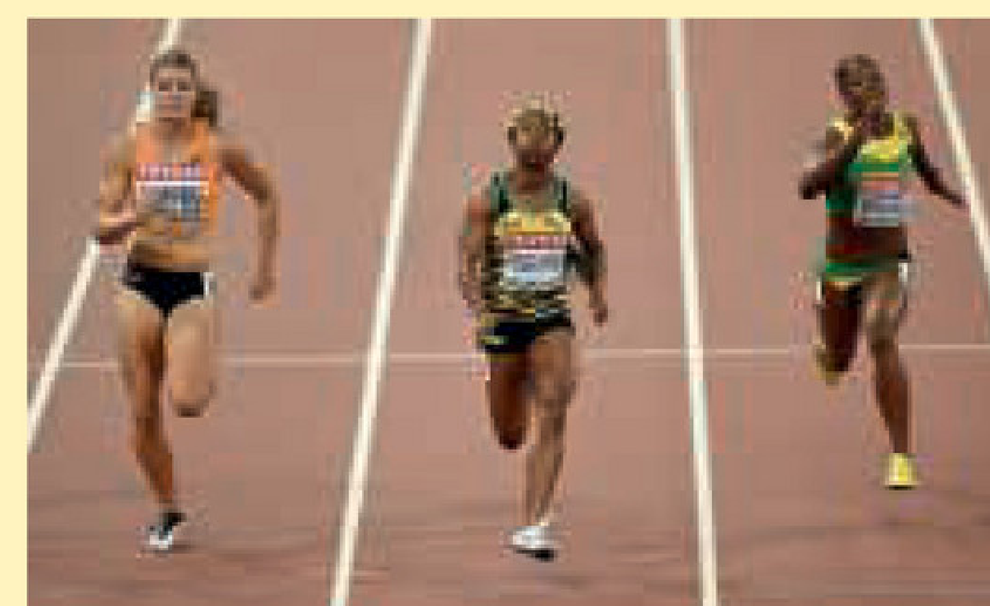
VOORBEELDOPDRACHT 1

Een atlete loopt de 100 m sprint in 10,8 s.
Bereken haar gemiddelde snelheid.

gegevens afstand = 100 m
tijd = 10,8 s

gevraagd de gemiddelde snelheid

uitwerking $\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}} = \frac{100}{10{,}8} = 9{,}3\ \text{m/s}$



afbeelding 1 Atletes op topsnelheid tijdens de 100 m.

OMREKENEN VAN M/S NAAR KM/H

Vaak is het handig om snelheden om te rekenen van m/s naar km/h. Als je 9,3 m/s omrekent, kom je uit op een snelheid van iets meer dan 33 km/h. Dat zegt je waarschijnlijk meer dan 9,3 m/s.

Om snelheden te kunnen omrekenen, moet je weten dat:
1 km = 1000 m
1 h = 60 min = 3600 s

VOORBEELDOPDRACHT 2

Iemand loopt 3 m/s. Hoeveel km/h is dat?

1 uur = 60 minuten
60 minuten = 60 × 60 = 3600 seconden

In 1 seconde 3 m is in 1 uur 3600 × 3 = 10 800 m.
10 800 m = 10,8 km

3 m/s komt dus overeen met 10,8 km/h.

Je kunt de snelheid (in m/s) ook in één keer vermenigvuldigen met 3,6. Dat komt op hetzelfde neer.
Dus: 3 m/s = 3 × 3,6 = 10,8 km/h.

DE AFSTAND BEREKENEN

De formule voor de gemiddelde snelheid kun je ook gebruiken om de afstand te berekenen. Je schrijft de formule dan zo:

afstand = gemiddelde snelheid × tijd

VOORBEELDOPDRACHT 3

Tom rijdt een flinke afstand op zijn racefiets. Na drieënhalf uur fietsen kijkt hij op zijn fietscomputer. Hij ziet dat zijn gemiddelde snelheid 28 km/h is. Welke afstand heeft Tom in drieënhalf uur afgelegd?



afbeelding 2 Op een fietscomputer kun je de gemiddelde snelheid aflezen.

gegevens	gemiddelde snelheid = 28 km/h
	tijd = 3,5 h
gevraagd	afstand
uitwerking	afstand = gemiddelde snelheid × tijd
	= 28 × 3,5 = 98 km

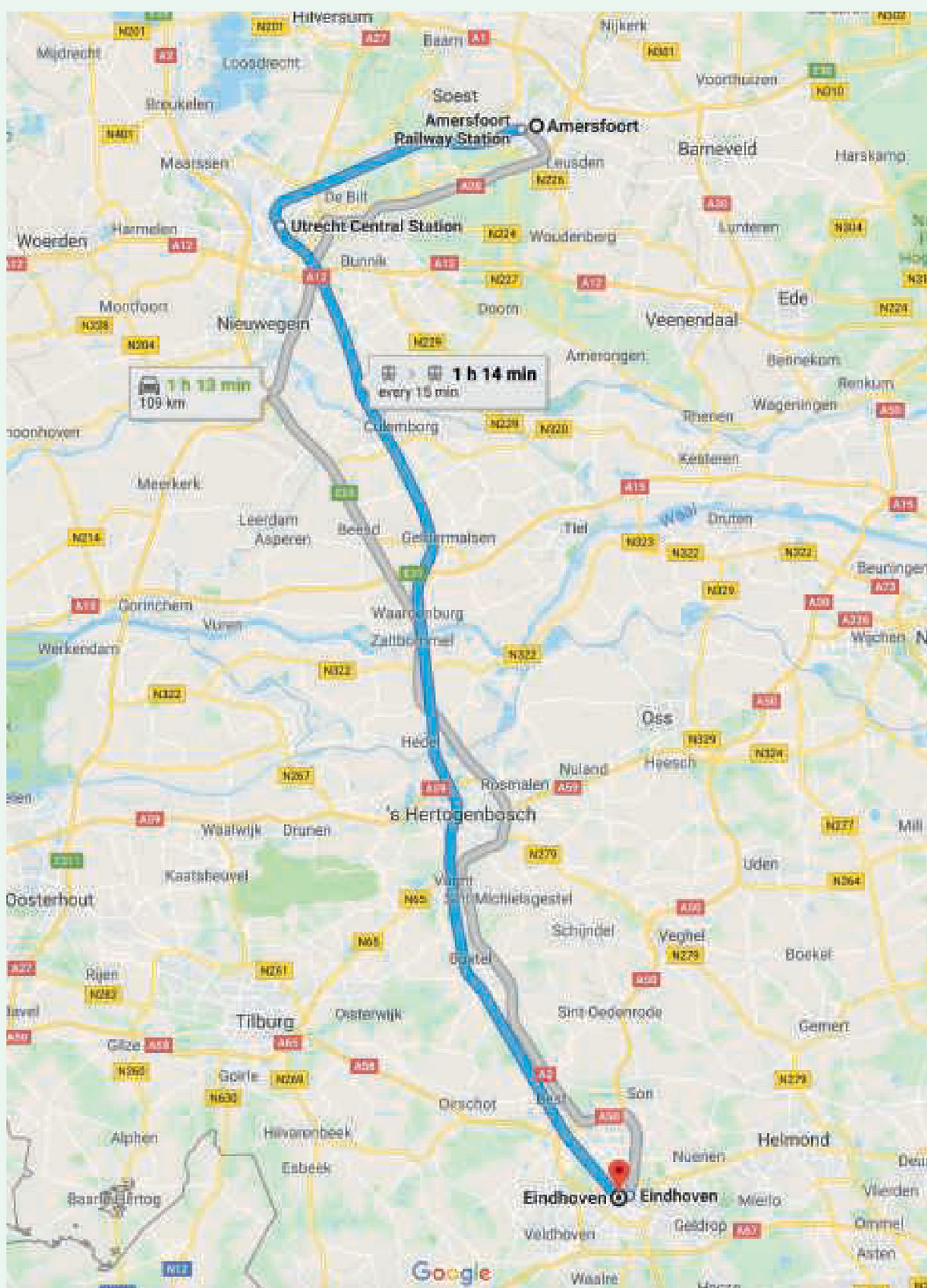


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS ROUTEPLANNERS

Een routeplanner is een computerprogramma dat snel een goede reisroute berekent (afbeelding 3). Het programma vertelt erbij wat de reistijd zal zijn (hoelang je over de reis zult doen).

Een routeplanner rekent de reistijd als volgt uit. Eerst zoekt het programma uit over wat voor wegen je rijdt. Daarna rekent het voor elk soort weg apart de reistijd uit. Ten slotte telt het programma de afzonderlijke reistijden bij elkaar op.
Om de reistijd over één soort weg te berekenen, gebruikt de routeplanner twee gegevens: de afstand die wordt afgelegd en de gemiddelde snelheid op dit soort wegen.



afbeelding 3 Een routeplanner op internet.

VOORBEELDOPDRACHT 4

Bereken hoelang een auto doet over 315 km op de snelweg. De gemiddelde snelheid op een snelweg is 90 km/h (als er geen files zijn).

gegevens afstand = 315 km
gemiddelde snelheid = 90 km/h

gevraagd de tijd

uitwerking $\text{tijd} = \frac{\text{afstand}}{\text{gemiddelde snelheid}} = \frac{315}{90} = 3{,}5 \text{ h}$

LEERSTOF

1 De gemiddelde snelheid bereken je door:

- ○ A de afstand te delen door de tijd.
- ○ B de afstand te vermenigvuldigen met de tijd.
- ○ D de tijd op te tellen bij de afstand.
- ○ C de tijd te delen door de afstand.

2 Je kunt de snelheid in m/s snel omrekenen naar km/h door:

- ○ A 3,6 af te trekken van de snelheid.
- ○ B 3,6 op te tellen bij de snelheid.
- ○ C de snelheid te delen door 3,6.
- ○ D de snelheid te vermenigvuldigen met 3,6.

3 Als je in twee seconden vijf meter loopt, heb je een snelheid van:

- ○ A 0,4 m/s
- ○ B 2,5 m/s
- ○ C 7 m/s
- ○ D 10 m/s

4 Büsra rijdt in haar auto met een gemiddelde snelheid van 80 km/h.
Hoeveel kilometer heeft ze na twee uur afgelegd?

- ○ A 40 km
- ○ B 80 km
- ○ C 82 km
- ○ D 160 km

5 Vul in.

a Als je de afstand invult in .... en de tijd in ...., dan krijg je de gemiddelde snelheid in meter per seconde. Dat kort je af tot ....

b Als je de afstand invult in kilometers en de tijd in uren, dan krijg je de gemiddelde snelheid in .... Dat kort je af tot ....

TOEPASSING

6 Pezar heeft 800 m afgelegd in 6 minuten.
Wat was zijn gemiddelde snelheid?

- ○ A 1,2 km/h
- ○ B 2,2 km/h
- ○ C 8 km/h
- ○ D 133,5 km/h

7 Matthijs is een goede schaatser. Hij rijdt de 500 m in 40 s.

a Bereken zijn gemiddelde snelheid in m/s.

gemiddelde snelheid = $\frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$

gemiddelde snelheid = $\frac{\dots\dots}{\dots\dots}$ = ... m/s

b Bereken hoeveel km/h dat is.

1 uur = ... min = ... s

In 1 s schaatst Matthijs .... m, dus in 1 uur:

.... × 12,5 = ... m.

In 1 uur schaatst Matthijs .... m = ... km.

Zijn gemiddelde snelheid is dus .... km/h.

c Je kunt de snelheid in km/h ook in één keer uitrekenen door de snelheid in m/s te vermenigvuldigen met ....

8 De familie De Ruiter gaat met de auto op vakantie. De afstand tussen hun woonplaats Drachten en hun vakantieadres in Confolens (Midden-Frankrijk) is 1100 km. Ze gaan om 04.00 uur ’s ochtends weg en komen om 17.00 uur ’s middags aan.

a Hoelang doet de familie De Ruiter over de reis?

....

b Bereken de gemiddelde snelheid in km/h.

afstand = ...

tijd = ...

gemiddelde snelheid = $\frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$

= $\frac{\dots\dots}{\dots\dots}$

= .... km/h

c De auto rijdt gedurende het grootste deel van de reis sneller dan 100 km/h. Toch is de gemiddelde snelheid een stuk lager.
Leg uit hoe dat komt.

....

....

....

9 In tabel 1 staan drie sporten met de bijbehorende toptijden.
Reken de gemiddelde snelheid van deze sporters uit in m/s en km/h.
Noteer de uitkomsten in de tabel. Rond af op twee decimalen.

tabel 1 Drie toptijden.

sport	tijd	gemiddelde snelheid (m/s)	gemiddelde snelheid (km/h)
400 m hardlopen (dames)	47,6 s		
200 m vrije slag zwemmen (heren)	1 min 44,0 s		
1500 m schaatsen (dames)	1 min 54,0 s		

10 De twee foto's in afbeelding 4 zijn 3 s na elkaar genomen. 1 cm op de foto is in werkelijkheid 200 cm.

a Meet de afstand die de voetganger in 3 s aflegt.

De voetganger legt op de foto een afstand af van .... cm.

In werkelijkheid is de afgelegde afstand:

200 × .... cm = ... cm = ... m

b Bereken de gemiddelde snelheid van de voetganger in m/s en km/h.

afstand = ...

tijd = ...

gemiddelde snelheid in m/s = ... / .... = ... / .... = ... m/s

gemiddelde snelheid in km/h = ... × .... = ... km/h

c Bereken op dezelfde manier de gemiddelde snelheid van de fietser in m/s en in km/h.

afstand = ...

tijd = ...

gemiddelde snelheid in m/s = ... / .... = ... / .... = ... m/s

gemiddelde snelheid in km/h = ... = ... km/h

afbeelding 4 Twee bewegingen (schaal 1:200).





★ 11 De Thalys is een snelle trein van Nederland naar Parijs (afbeelding 5).
Bereken met de gegevens in afbeelding 5 hoe groot de afstand is tussen Rotterdam en Parijs.

gemiddelde snelheid = ...

tijd = ...

afstand = ...

= ....

= ....

Met de trein naar Parijs

De Thalys brengt u comfortabel en snel naar uw bestemming. Met een gemiddelde snelheid van 165 km/h (oponthoud op de stations meegerekend) glijdt u naar het zuiden. Vanaf Rotterdam bent u in drie uur in Parijs!



afbeelding 5 Met de Thalys naar Parijs.

★ 12 Langs de snelweg staan groene hectometerpaaltjes (afbeelding 6). De afstand tussen twee paaltjes is steeds 100 m. Ludo zit bij zijn vader achter in de auto en meet met zijn smartphone hoelang het duurt om vijf hectometerpaaltjes te passeren.



afbeelding 6 Een hectometerpaaltje.

a Hoe groot is de afstand tussen vijf hectometerpaaltjes?

Tussen vijf paaltjes zitten .... tussenruimtes.

Dus de afstand is ....

b Het blijkt twaalf seconden te duren om deze afstand af te leggen.
Houdt Ludo's vader zich aan de maximumsnelheid van 100 km/h?

De tijd is .... en de afstand is ....

De gemiddelde snelheid is .... m/s.

Dat is .... km/h.

Dus Ludo's vader houdt zich *wel* / *niet* aan de maximumsnelheid.



Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS ROUTEPLANNERS

13 Theo gaat vaak op fietsvakantie. Hij weet uit ervaring dat zijn gemiddelde snelheid (rustpauzes meegerekend) ongeveer 16 km/h is. Morgen rijdt hij van Bilbao naar Vitoria-Gasteiz, een afstand van 64 km (afbeelding 7).

a Bereken hoelang Theo over die afstand zal doen.

afstand = ...

gemiddelde snelheid = ...

tijd = $\frac{\text{...}}{\text{...}}$

= $\frac{\text{..........................}}{\text{..........................}}$

= ....

b Theo wil op één dag niet langer dan acht uur onderweg zijn.
Bereken welke afstand hij per dag maximaal kan afleggen.

gemiddelde snelheid = ...

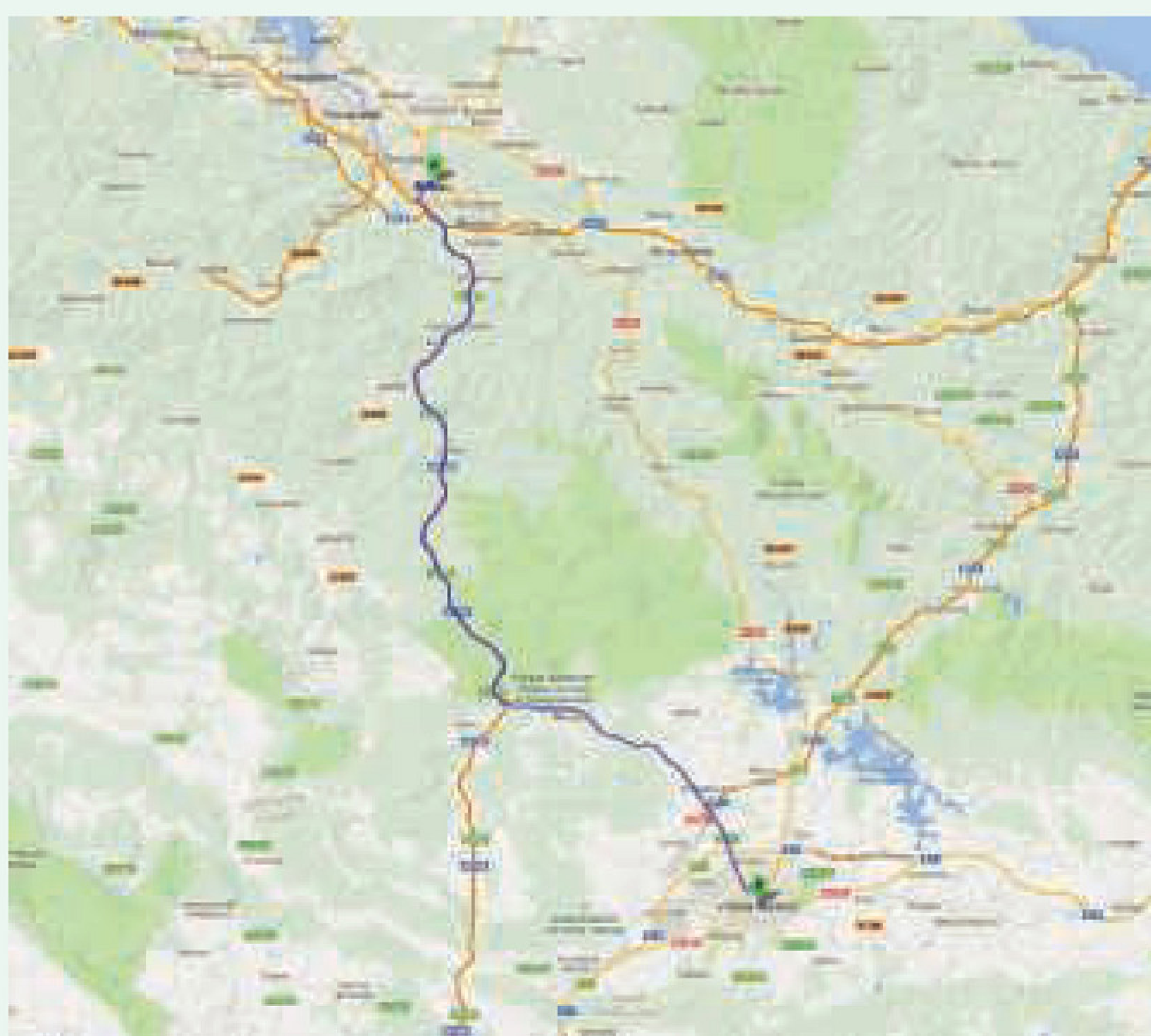
tijd = ...

afstand = ...

= ....

= ....

Theo kan dus per dag maximaal .... afleggen.



afbeelding 7 Een route plannen in Spanje.

14 Een eenvoudige routeplanner op internet rekent met twee snelheden: 110 km/h voor snelwegen en 70 km/h voor alle overige wegen (waarbij het niet uitmaakt of de wegen in een dorp of stad liggen of daarbuiten).
Mariska kijkt op de routeplanner voor ze van Leek (in Groningen) naar Sleen (in Drenthe) rijdt. Volgens de routeplanner is de totale afstand 76 km, waarvan 55 km over de snelweg.

a Bereken hoelang Mariska volgens de routeplanner over de 55 km snelweg doet.

tijd = $\frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$

= $\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots}$

= ....

b Bereken hoelang Mariska volgens de routeplanner over de overige 21 km doet.

tijd = $\frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$

= $\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots}$

= ....

c Bereken hoeveel minuten Mariska volgens de routeplanner over de hele reis doet.

.... = ... = ... = ... min

3 Soorten bewegingen

LEERDOELEN

5.3.1 Je kunt uitleggen wat er gebeurt met de snelheid bij een beweging met constante snelheid, een versnelde beweging en een vertraagde beweging.

5.3.2 Je kunt de snelheid op elk moment van de beweging berekenen bij een beweging met constante snelheid.

5.3.3 Je kunt aan de vorm van de grafiek een beweging met constante snelheid, een versnelde beweging en een vertraagde beweging herkennen.

PLUS 5.3.4 Je kunt verschillende eenheden van snelheid naar elkaar omrekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	5.3.1	5.3.2	5.3.3	5.3.4	5.1.3*	5.1.4*
Onthouden	1, 2, 3, 4, 5, 6					
Begrijpen	8abcd, 10abc		7bcd, 9c, 12ab, 13a	14	9a	7a
Toepassen		13b	11, 12c	15, 16a		9b
Analyseren			13c	16b		

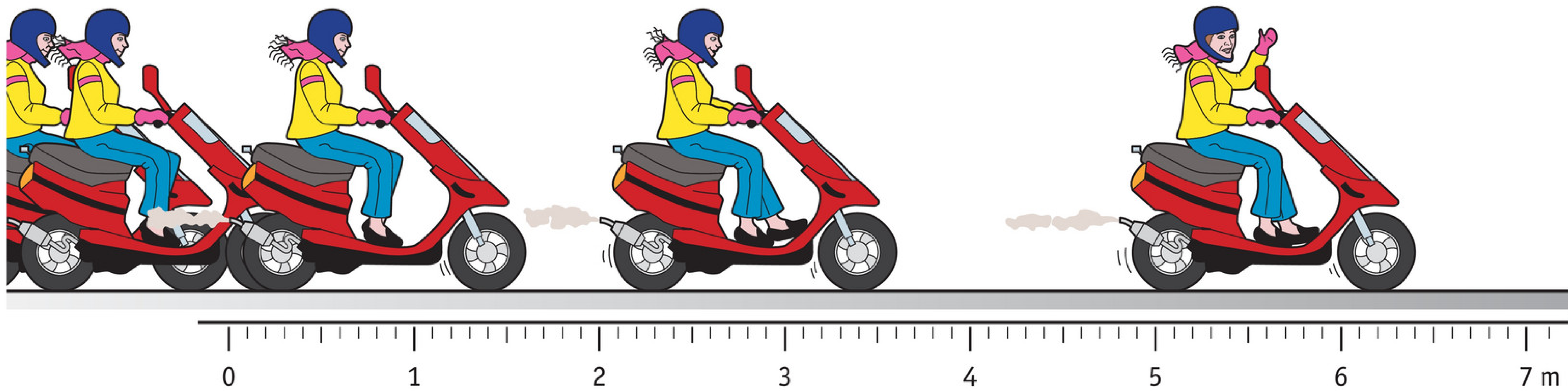
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Natuurkundigen verdelen bewegingen in verschillende soorten. Daarbij kijken ze vooral naar de snelheid: wordt de snelheid steeds groter, blijft zij de hele tijd gelijk of neemt zij steeds verder af? In deze paragraaf leer je meer over deze drie soorten bewegingen.

DE VERSNELDE BEWEGING

PROEF 2

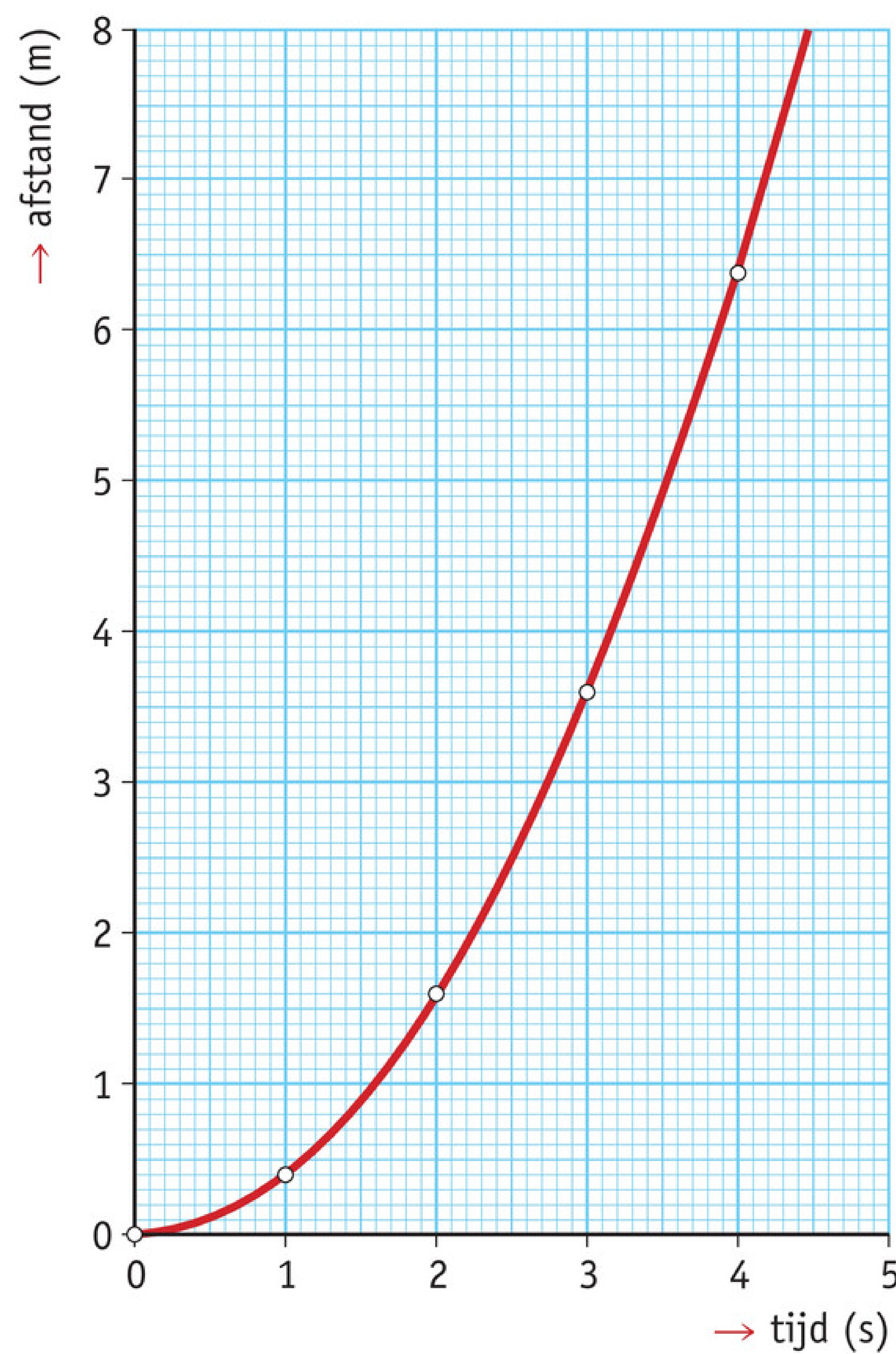
In afbeelding 1 zie je hoe een scooter optrekt. De tekenaar heeft de scooter vijf keer getekend: bij het begin van de beweging en na 1, 2, 3 en 4 seconden. Op de meetlat onder de tekening kun je aflezen hoe groot de afgelegde afstand is.



afbeelding 1 Een versnelde beweging.

De tussenruimtes in de tekening worden steeds groter. Dat betekent dat de scooter steeds sneller beweegt: in dezelfde tijd (een seconde) legt hij een steeds grotere afstand af. Zo'n beweging waarvan de snelheid steeds groter wordt, noem je een **versnelde beweging**.

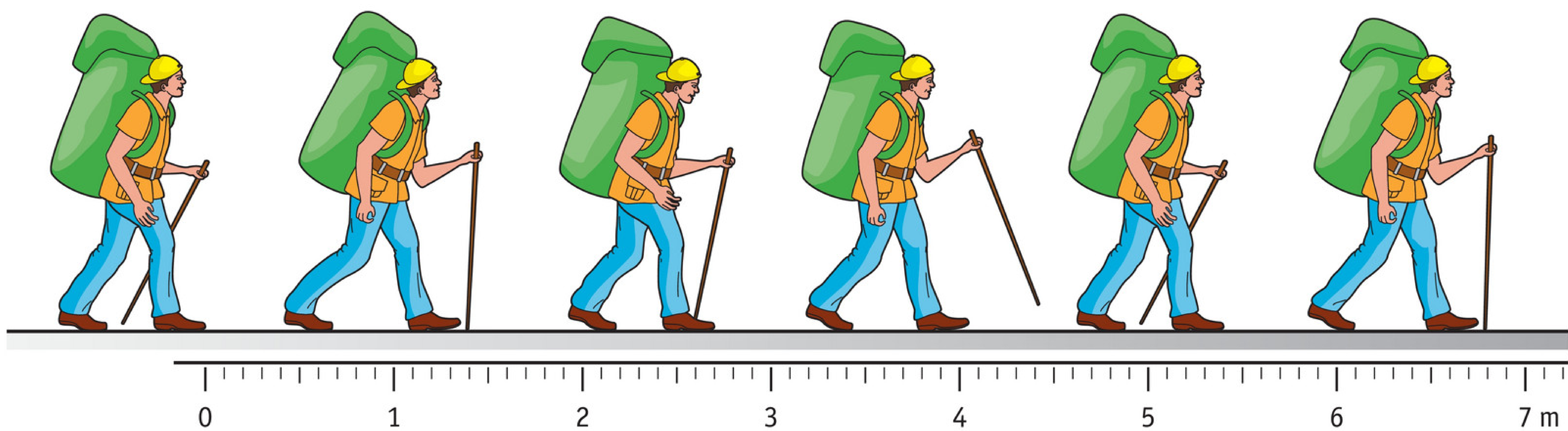
Met de gegevens uit de tekening kun je een grafiek van de beweging tekenen. Je krijgt dan een kromme lijn die steeds steiler omhoogloopt (afbeelding 2). Aan zo'n kromme lijn kun je het afstand-tijddiagram van een versnelde beweging herkennen.



afbeelding 2 Het afstand-tijddiagram van een versnelde beweging.

DE BEWEGING MET CONSTANTE SNELHEID

In afbeelding 3 zie je een wandelaar die rustig doorloopt. De wandelaar is zes keer getekend, na 0, 1, 2, 3, 4 en 5 seconden.



afbeelding 3 Een beweging met constante snelheid.

In deze tekening zijn de tussenruimtes steeds even groot. Daaraan zie je dat de snelheid van de wandelaar niet verandert: hij legt steeds dezelfde afstand af in dezelfde tijd. Zo'n beweging waarvan de snelheid niet verandert, noem je een **beweging met constante snelheid**. De snelheid is tijdens de beweging steeds even groot.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Bereken de snelheid van de wandelaar in afbeelding 3 (in km/h).

gegevens Je ziet dat de wandelaar 6,8 m aflegt in 5 s. Dus:
afstand = 6,8 m
tijd = 5 s

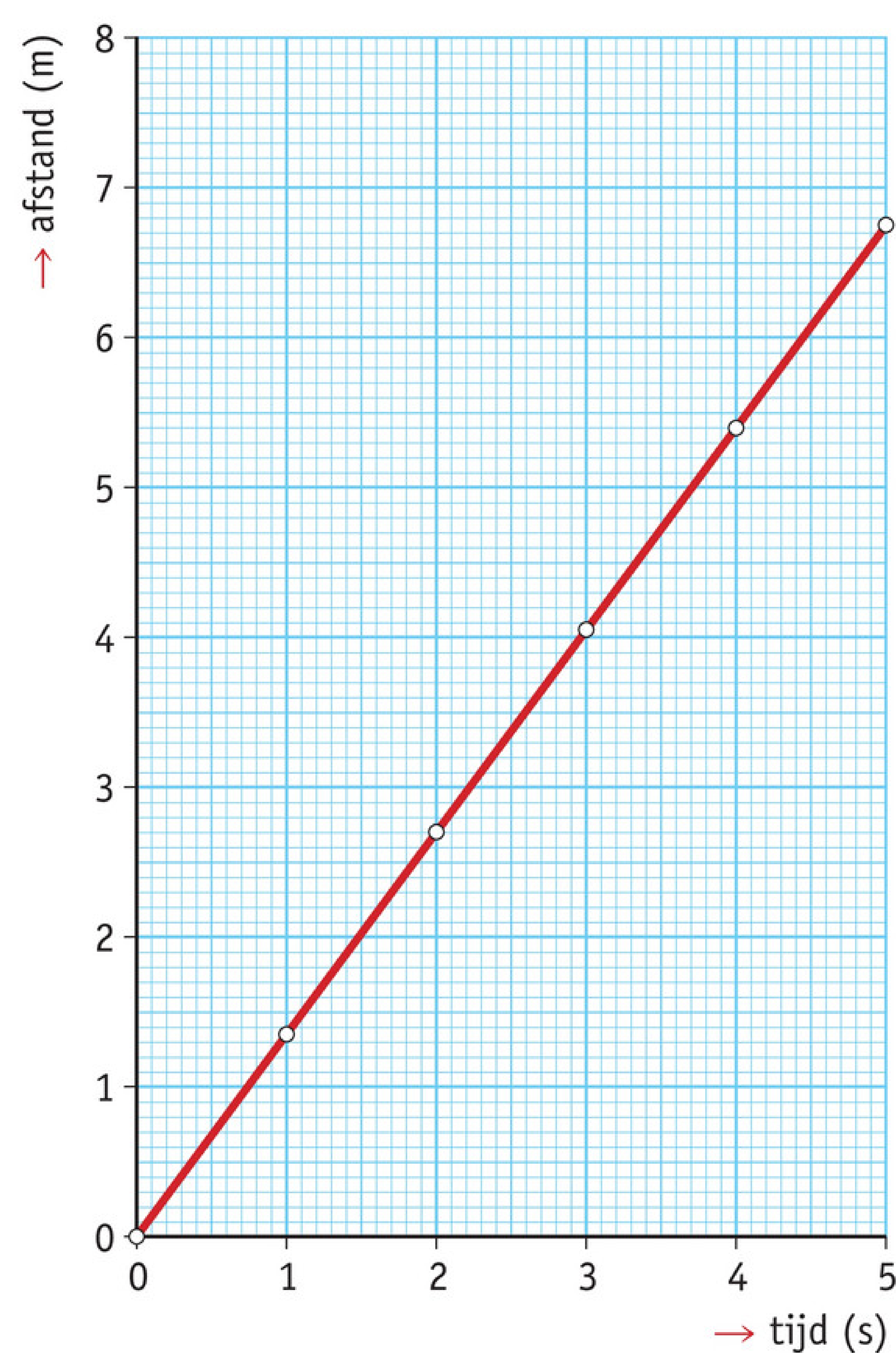
gevraagd de snelheid

uitwerking $\text{snelheid} = \dfrac{\text{afstand}}{\text{tijd}} = \dfrac{6,8}{5} = 1,36 \text{ m/s}$

× 3,6

De snelheid van de wandelaar is 1,36 m/s = 4,9 km/h.

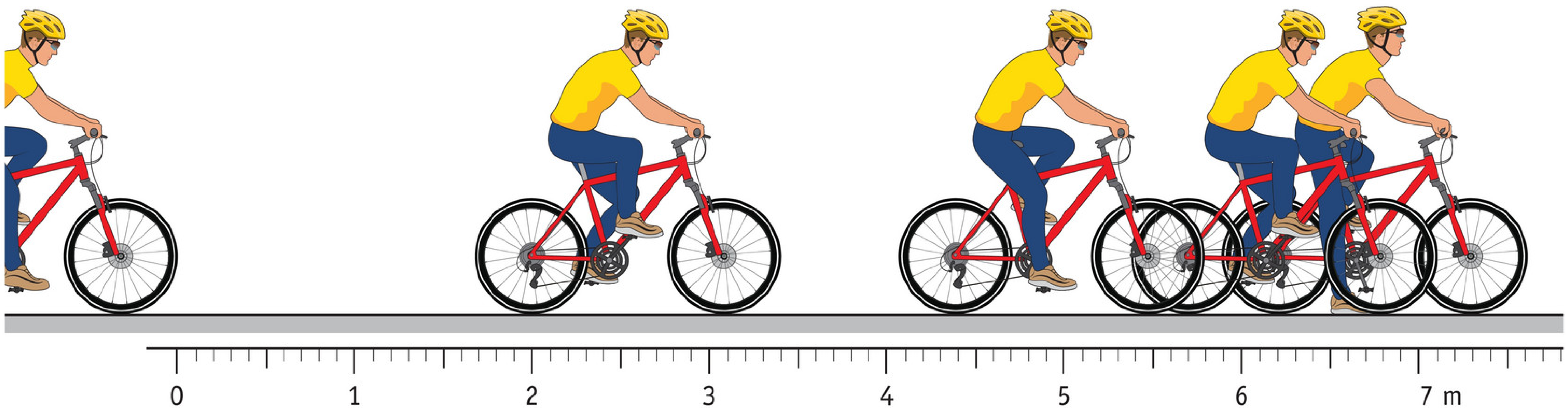
Met de gegevens uit de tekening kun je een grafiek van deze beweging tekenen. Het resultaat is een rechte lijn die omhoogloopt (afbeelding 4). Aan zo'n rechte lijn kun je het afstand-tijddiagram van een beweging met constante snelheid herkennen.



afbeelding 4 Het afstand-tijddiagram van een beweging met constante snelheid.

DE VERTRAAGDE BEWEGING

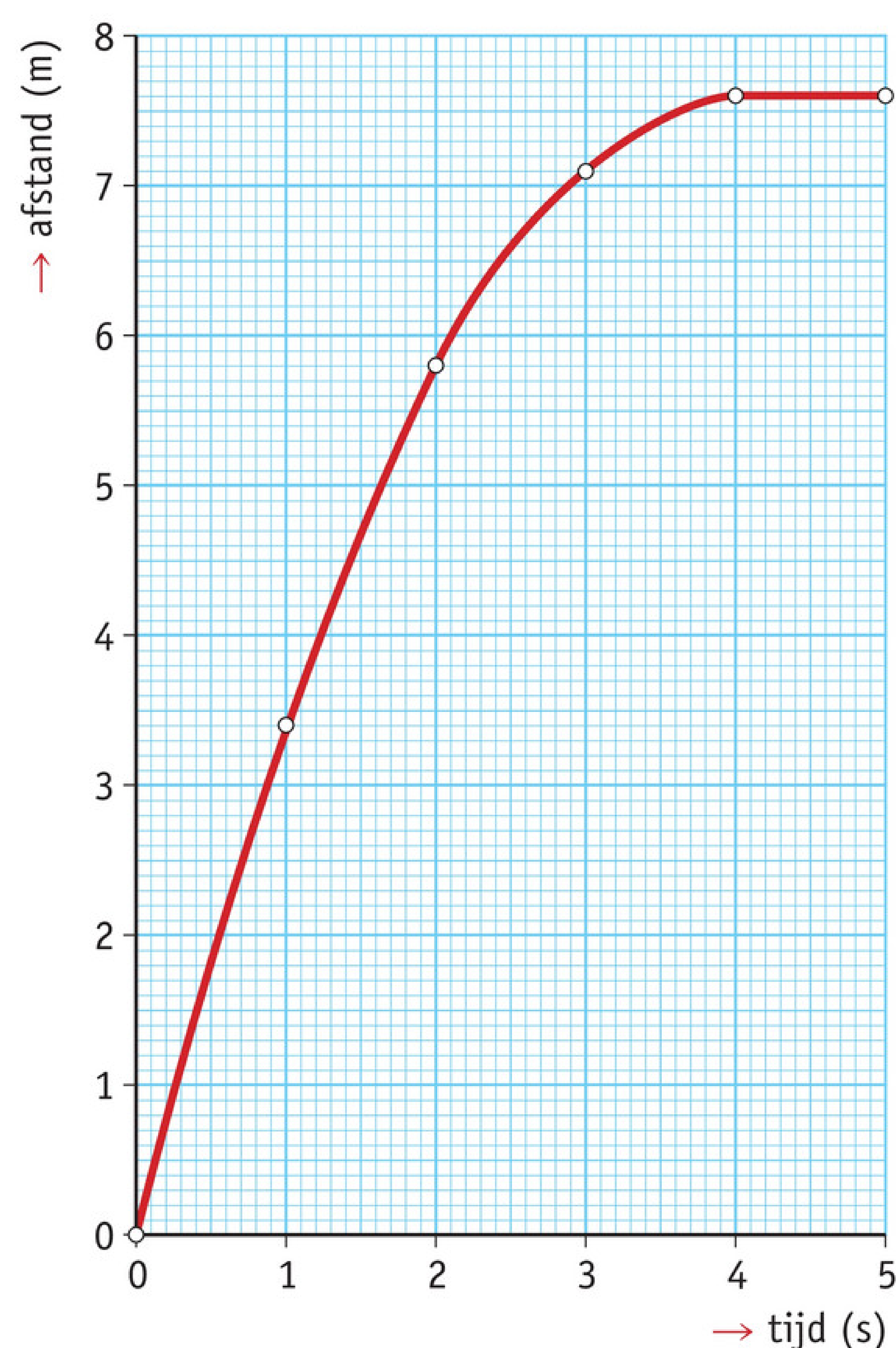
PROEF 3 In afbeelding 5 is getekend hoe een fietser afremt voor een verkeerslicht. Je ziet waar de fietser is na 0, 1, 2, 3 en 4 seconden.



afbeelding 5 Een vertraagde beweging.

Deze keer worden de tussenruimtes steeds kleiner. Daaraan zie je dat de fietser afremt: de afstand die hij in één seconde aflegt, wordt steeds kleiner. Ten slotte staat hij stil. Zo'n beweging waarvan de snelheid steeds kleiner wordt, noem je een **vertraagde beweging**.

Met de gegevens uit de tekening kun je een grafiek van deze beweging tekenen. Je krijgt dan een kromme lijn die steeds minder steil omhoogloopt (afbeelding 6). Aan zo'n kromme lijn kun je het afstand-tijddiagram van een vertraagde beweging herkennen.



afbeelding 6 Het afstand-tijddiagram van een vertraagde beweging.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

PLUS EENHEID VAN SNELHEID

Twee eenheden van snelheid zijn m/s en km/h. Soms is het uitdrukken van de snelheid in m/s of km/h niet zo handig. De snelheid is dan zó groot of zó klein dat de getallen voor de eenheid heel erg lang worden. Je kunt de eenheid dan aanpassen, zodat je een waarde krijgt die beter te begrijpen is.

De haren op je hoofd groeien ongeveer 0,000 000 004 m/s (afbeelding 7). Waarschijnlijk zegt deze waarde je helemaal niets. Je kunt je er geen voorstelling bij maken. Maar 1 cm per maand is wel meteen duidelijk. Je vingernagels groeien nog langzamer dan je haren, ongeveer 3 cm per jaar.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Je haren groeien gemiddeld 0,000 000 004 m/s.
Hoeveel centimeter per maand is dat?

1 maand = 30 dagen
1 dag = 24 uur
1 uur = 60 minuten
1 minuut = 60 seconden

0,000 000 004 m groeien in 1 seconde is in 1 maand:
30 × 24 × 60 × 60 × 0,000 000 004 = 0,010 m
0,010 m = 1,0 cm

0,000 000 004 m/s komt dus overeen met 1,0 cm per maand.



afbeelding 7 Als je je haren niet knipt, kunnen ze heel lang worden.

LEERSTOF

1 Een scooter rijdt weg bij een verkeerslicht.
Wat voor beweging is dit?
○ A een beweging met constante snelheid
○ B een versnelde beweging
○ C een vertraagde beweging

2 Je moet op de fiets afremmen, omdat de spoorbomen dichtgaan.
Wat voor beweging is dit?
○ A een beweging met constante snelheid
○ B een versnelde beweging
○ C een vertraagde beweging

3 Een wandelaar loopt met een constante snelheid.
Wat voor beweging is dit?
○ A een beweging met constante snelheid
○ B een versnelde beweging
○ C een vertraagde beweging

4 Hoe noem je een beweging waarvan de snelheid steeds groter wordt?

....

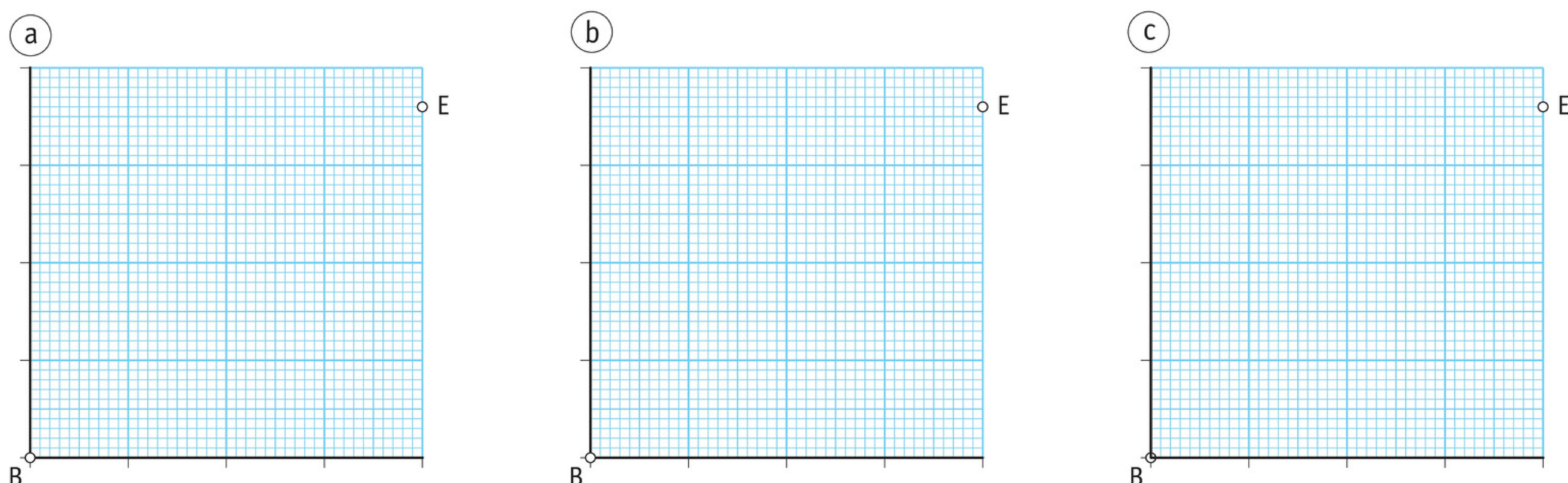
5 Hoe noem je een beweging waarvan de snelheid niet verandert?

....

6 Hoe noem je een beweging waarvan de snelheid steeds kleiner wordt?

....

7 In afbeelding 8 zie je drie afstand-tijddiagrammen.
Van elke beweging is het beginpunt (B) en eindpunt (E) aangegeven.
a Zet pijlen langs de assen met de woorden ‘tijd’ en ‘afstand’ op de juiste plaats.
b Schets in diagram a de grafiek van een beweging met constante snelheid.
c Schets in diagram b de grafiek van een versnelde beweging.
d Schets in diagram c de grafiek van een vertraagde beweging.



afbeelding 8 Drie bewegingen.

TOEPASSING

8

a De beweging van een minigolfbal die tegen een helling omhoog rolt, is *een beweging met constante snelheid / versneld / vertraagd*.

b De beweging van een sneltrein is gedurende het grootste deel van de reis *een beweging met constante snelheid / versneld / vertraagd*.

c De beweging van een atleet tijdens de eerste seconde van de 100 m is *een beweging met constante snelheid / versneld / vertraagd*.

d De beweging van een auto die remt voor een overstekende voetganger is *een beweging met constante snelheid / versneld / vertraagd*.

9

In afbeelding 9 zie je een stroboscopische 'foto' van een auto bij een verkeerslicht. De extra gegevens staan onder de afbeelding.

a Vul tabel 2 verder in met behulp van afbeelding 9.

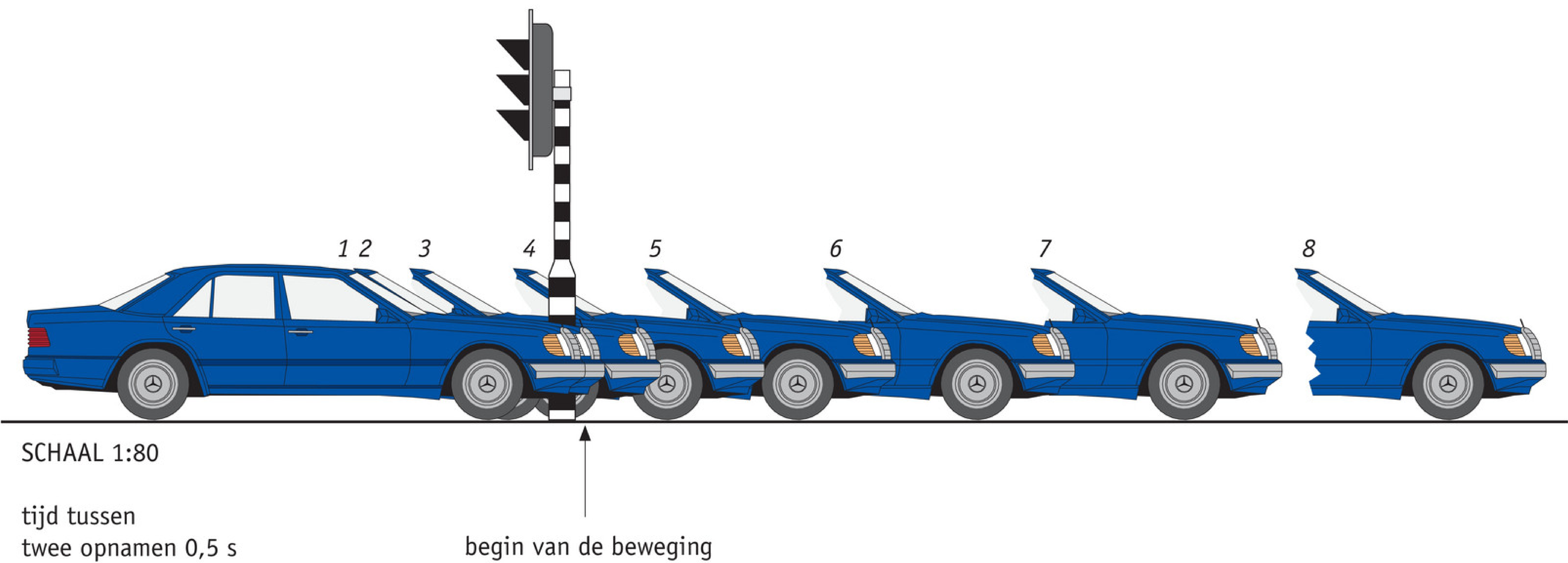
b Teken daarna in afbeelding 10 de lijn in het afstand-tijddiagram.

c Bekijk je grafiek. Is de beweging een beweging met constante snelheid, een vertraagde beweging of een versnelde beweging? Leg je antwoord uit.

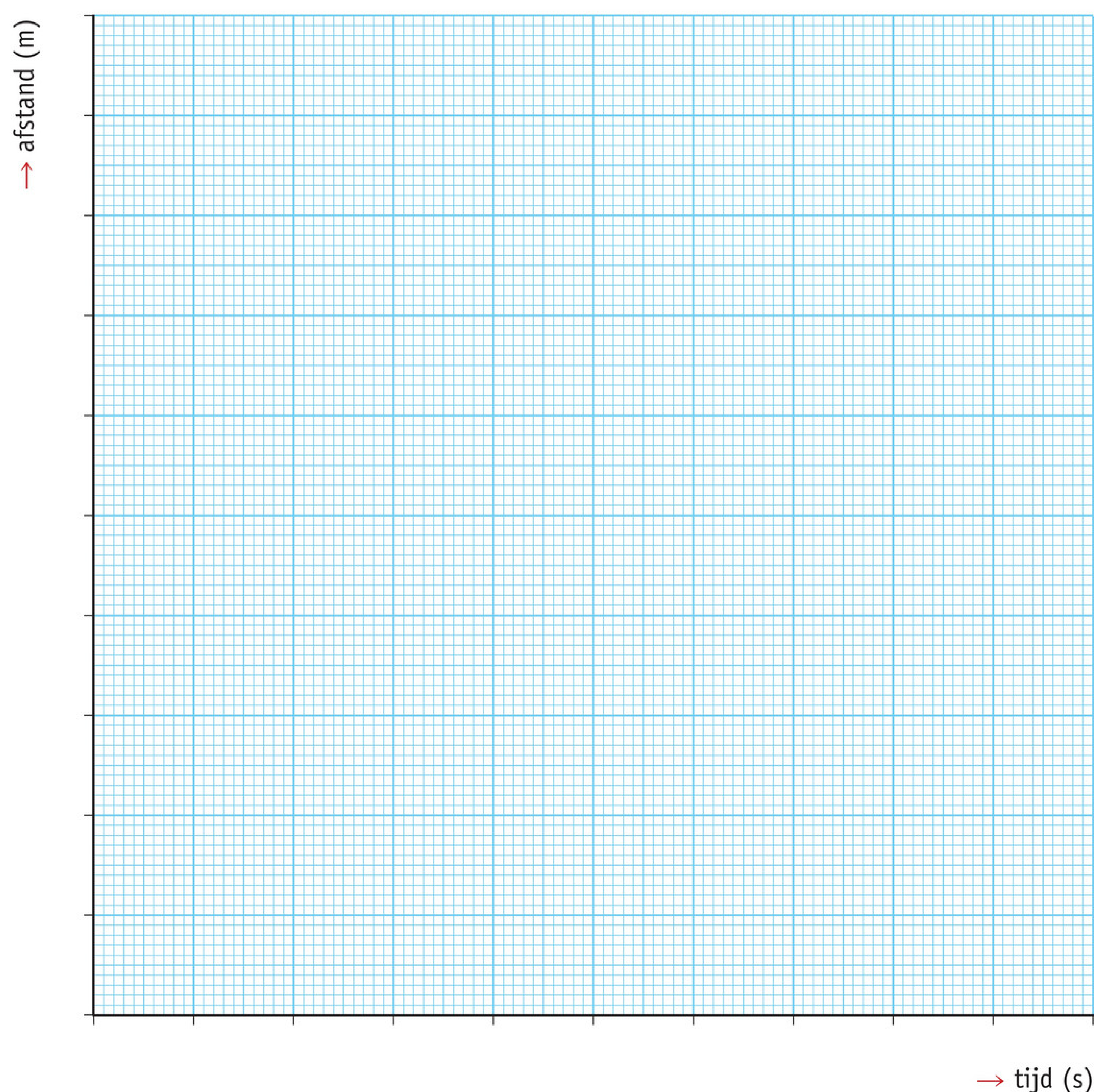
....

tabel 2 Een afstand-tijdtabel.

tijd (s)	afstand op de 'foto' (cm)	afstand in werkelijkheid (m)
0	0	0
0,5	0,2	0,16
1,0	0,8	
1,5	1,9	



afbeelding 9 Een stroboscopische 'foto' van een auto die wegrijdt bij een verkeerslicht.



afbeelding 10 Het afstand-tijddiagram van de optrekkende auto.

10 Een parachutist springt uit een vliegtuig en opent na vijf seconden zijn parachute.

a Wat voor soort beweging maakt hij voor het openen van de parachute?

....

b Wat voor soort beweging maakt hij als de parachute al enige tijd open is en hij met een gelijkblijvende snelheid naar de aarde valt?

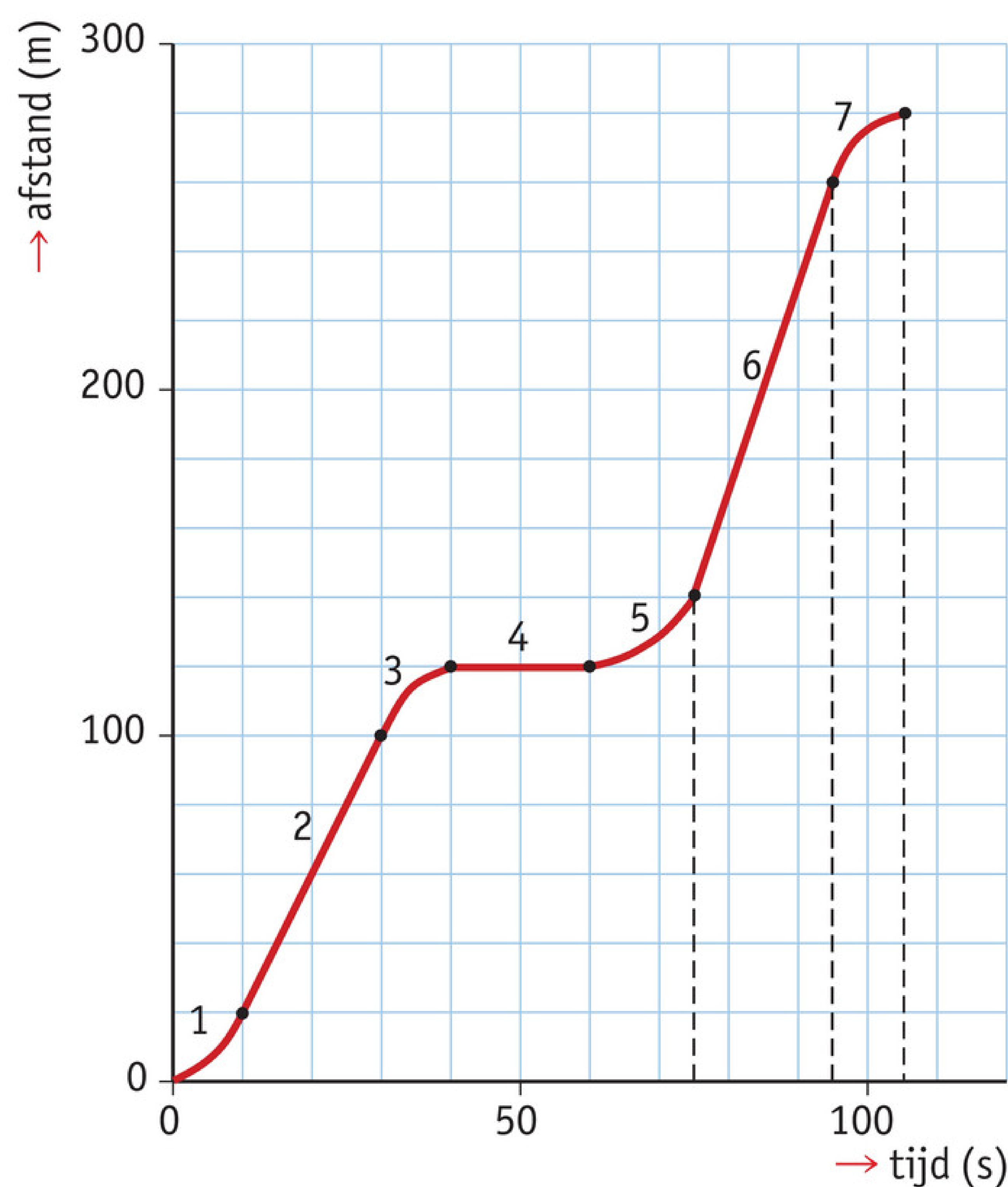
....

c Vlak voor de landing verandert de parachutist de snelheid. Wat voor beweging maakt hij dan?

....

11 Jeanette fietst van huis naar school. In afbeelding 11 zie je de grafiek van haar beweging. Bij welk gedeelte van het diagram hoort de omschrijving?

A	Ze staat stil voor een rood stoplicht.	◯	◯	deel 1
B	Ze rijdt met een constante snelheid van 4 m/s.	◯	◯	deel 2
C	Ze remt af als een verkeerslicht op rood springt.	◯	◯	deel 3
D	Ze stapt op de fiets en rijdt bij huis weg.	◯	◯	deel 4
E	Ze rijdt met een constante snelheid van 6 m/s.	◯	◯	deel 5
F	Ze rijdt weg als het stoplicht op groen springt.	◯	◯	deel 6
G	Ze remt en stapt af als ze bij school aankomt.	◯	◯	deel 7



afbeelding 11 De fietstocht van Jeanette.

12 Kijk nog een keer naar de grafiek in afbeelding 11.

a Wat voor beweging maakt Jeanette in de gedeelten 1 en 5 van de grafiek?

....

b Welke beweging maakt Jeanette in de gedeelten 3 en 7 van de grafiek?

....

c Wat doet Jeanette in gedeelte 4?

....

★ 13 Kijk nog een keer naar het afstand-tijddiagram in afbeelding 11.

a Welke beweging maakt Jeanette in de gedeelten 2 en 6 van de grafiek?

....

b Laat met een berekening zien in welk van deze twee delen de snelheid het grootst is.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

c Hoe kun je aan de grafiek zien dat juist in dat deel de snelheid het grootst is?

....



Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS EENHEID VAN SNELHEID

14 Een slak kruipt 2 cm vooruit in 10 s.
Bereken met hoeveel meter per uur dat overeenkomt.

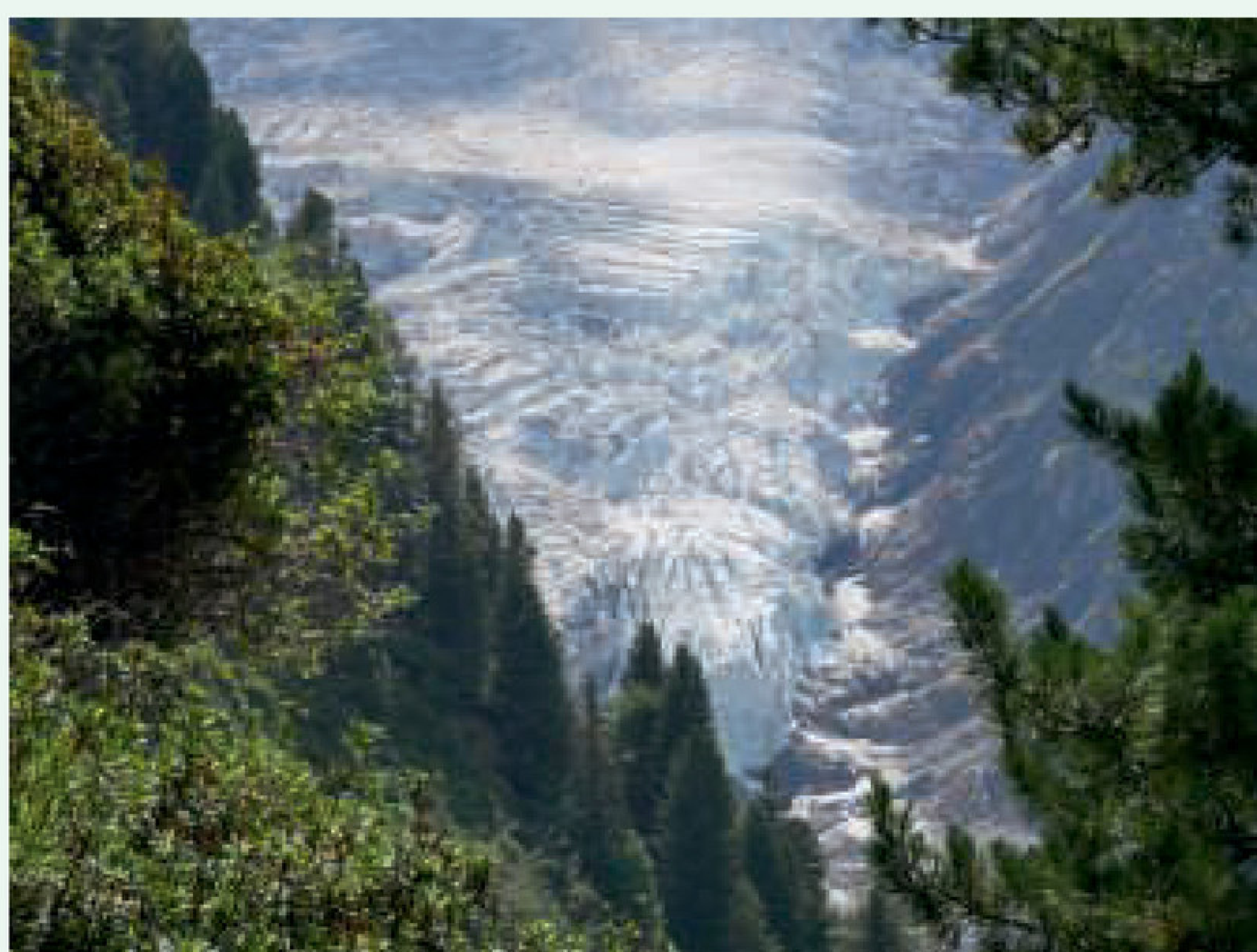
Dat is .... × .... × .... = ... cm/h.

Dit is gelijk aan .... m/h.

15 Een gletsjer beweegt met een snelheid van 6 mm per uur van een berg (afbeelding 12).
Bereken met hoeveel meter per jaar dat overeenkomt.

....

....



afbeelding 12 De gletsjer Glacier de Taconnaz in de Franse Alpen.

★ 16 De middelste vrouw in afbeelding 7 is 1,60 m lang.

a Bepaal met behulp van de foto en de verhoudingstabel hoe lang haar haren in werkelijkheid zijn. Meet de haren die ze in haar hand houdt.

: .... × ....

lengte foto (cm)	....	1	....
lengte werkelijkheid (cm)	160	....	....

: .... × ....

De haren van de vrouw zijn ongeveer .... cm lang.

b Hoe oud is de vrouw minimaal als haar haren gemiddeld met 0,9 cm per maand gegroeid zijn?
Geef de leeftijd van de vrouw in jaren en rond af op één cijfer achter de komma. Je kunt de verhoudingstabel gebruiken voor je berekening.

groei (cm)	....	....	....
tijd (jaar)	....	....	....

....

....

....

....

4 Remmen en botsen

LEERDOELEN

5.4.1 Je kunt drie factoren noemen waarvan de lengte van de remweg afhangt.
5.4.2 Je kunt aan de hand van een grafiek uitleggen wat het verband is tussen de beginsnelheid en de remweg.
5.4.3 Je kunt uitleggen wat bedoeld wordt met de reactietijd en de reactie-afstand.
5.4.4 Je kunt de afstand berekenen die een auto nodig heeft om te stoppen.
PLUS 5.4.5 Je kunt uitleggen hoe veiligheidsvoorzieningen in een auto bijdragen aan het verlengen van de remweg van de inzittenden.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	5.4.1	5.4.2	5.4.3	5.4.4	5.4.5
Onthouden	1, 4		3, 5, 6abc		14
Begrijpen	7, 8abcd, 9, 10b	2, 12a	10a		
Toepassen		11b, 12b	13a	11a, 13b	15abc
Analyseren		11c			15d

In het verkeer moet je altijd rekening houden met de weggebruikers om je heen. Als het nodig is, moet je op tijd kunnen stoppen – ook als de weg glad is.

DE REMWEG

PROEF 4

Als een autobestuurder het rempedaal intrapt, neemt de snelheid af. Tijdens het remmen legt de auto nog wel een bepaalde afstand af. Deze afstand wordt de **remweg** genoemd. Hoe langer de remweg, hoe groter de kans is op een ongeluk.

Hoe lang de remweg is, hangt af van:

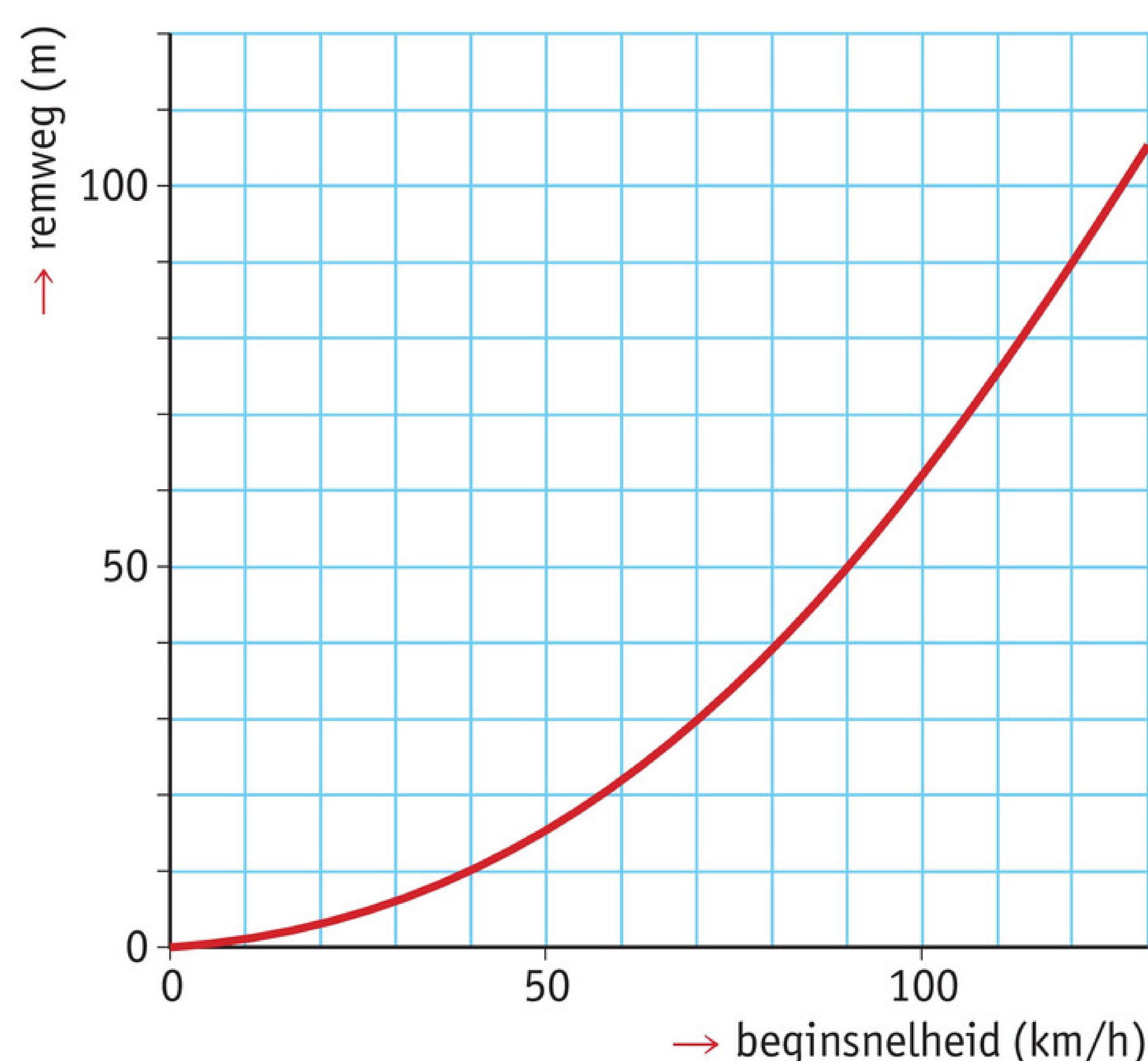
- *De beginsnelheid*
  De **beginsnelheid** is de snelheid op het moment dat de auto begint te remmen. Hoe groter de beginsnelheid, hoe langer de remweg.

- *De totale massa van de auto*
  Een volgeladen vrachtwagen heeft een langere remweg dan een lege. Hoe groter de massa van een auto, hoe langer de remweg.

- *De remkracht*
  Hoe dieper je het rempedaal intrapt, hoe groter de remkracht wordt en hoe korter de remweg. Maar je moet het pedaal niet zo diep intrappen dat de auto gaat slippen.

DE BEGINSNELHEID EN DE REMWEG

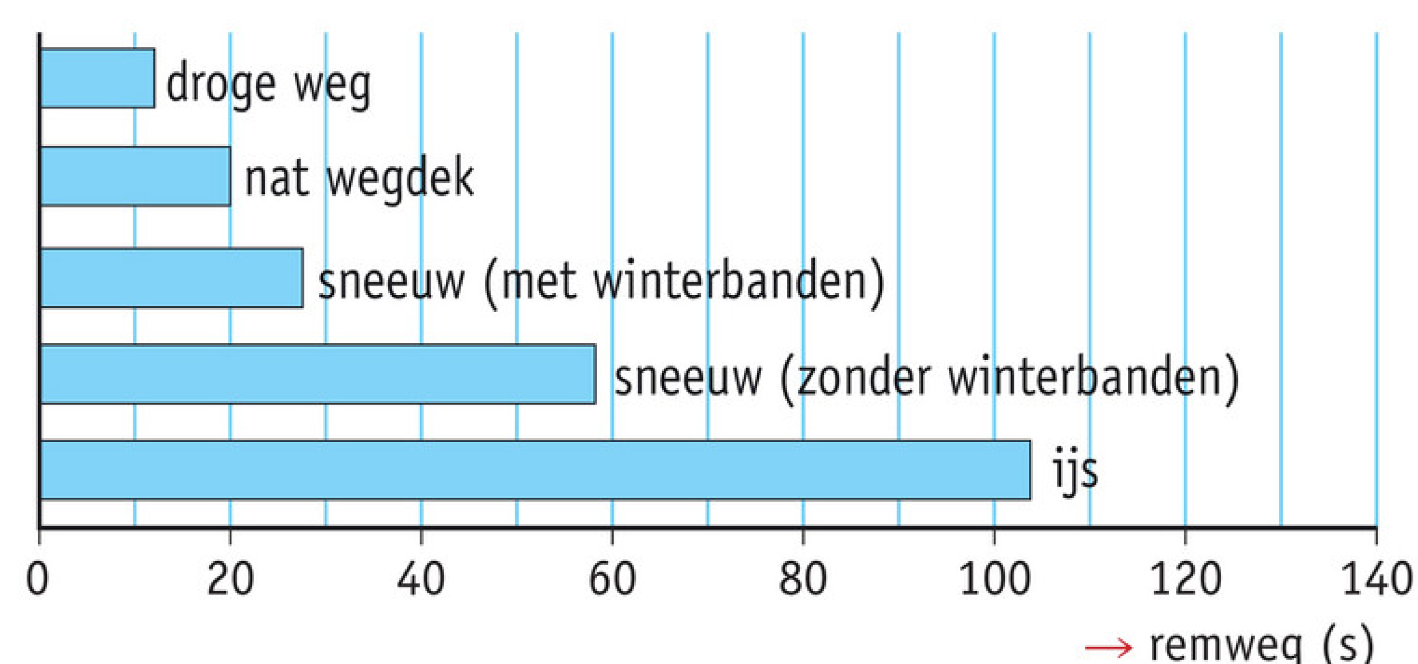
In afbeelding 1 zie je hoe lang de remweg is bij verschillende beginsnelheden. De gegevens in de grafiek zijn afkomstig van remproeven. Bij deze proeven is steeds dezelfde auto gebruikt. Ook is steeds even hard geremd. Alleen de beginsnelheid was elke keer anders.



afbeelding 1 Het verband tussen de (begin)snelheid en de remweg.

Bij 71 km/h is de remweg twee keer zo lang als bij 50 km/h. Bij 87 km/h is de remweg al drie keer zo lang en bij 100 km/h vier keer zo lang. Je ziet dat de remweg sneller toeneemt als de snelheid groter wordt. Daarom is het belangrijk dat automobilisten een veilige snelheid aanhouden.

Het diagram in afbeelding 1 geldt voor normale omstandigheden, dus met goede remmen en banden, op een normaal wegdek en bij droog weer. Een auto remt minder hard als de remmen versleten zijn of als het wegdek glad is door sneeuw of ijzel. De remweg wordt dan langer doordat de banden minder grip op de weg hebben. Dat zie je in afbeelding 2.



afbeelding 2 Het wegdek en het weer hebben invloed op de remkracht en dus ook op de remweg. De snelheid van de auto is steeds 50 km/h.

DE MASSA EN DE REMWEG

Behalve de (begin)snelheid heeft ook de massa invloed op de remweg. Hoe zwaarder beladen een auto of een fiets is, hoe langer de remweg wordt. Dat merk je bijvoorbeeld als je iemand meeneemt achter op je fiets. Ook al rem je even hard als anders, met iemand achterop duurt het langer voor je stilstaat (afbeelding 3).



afbeelding 3 Met iemand achterop is de massa groter en de remweg langer.

Veel mensen gaan zomers met een zwaarbeladen auto op vakantie. De remweg van hun auto is dan langer dan ze gewend zijn. Als het goed is, houden ze daar ook rekening mee. Bijvoorbeeld door wat langzamer te rijden, vooral als het verkeer druk is. Zo kunnen ze de remweg terugbrengen tot een veilige waarde.

Met een zwaarbeladen auto moet je op de snelweg ook meer afstand houden. Als er dan onverwacht iets gebeurt, zul je minder snel tegen je voorligger aan rijden. Meer afstand houden is ook verstandig als het regent of sneeuwt. Zo verklein je de kans op een ongeluk.

DE REACTIETIJD EN REACTIEAFSTAND

PROEF 5+6

Als voor een auto plotseling een kind de weg op rent, moet de bestuurder afremmen. Maar de bestuurder kan het rempedaal niet intrappen op precies hetzelfde moment dat hij het kind ziet. Hij heeft een korte tijd nodig om te reageren. De tijd tussen zien en reageren wordt de **reactietijd** genoemd.

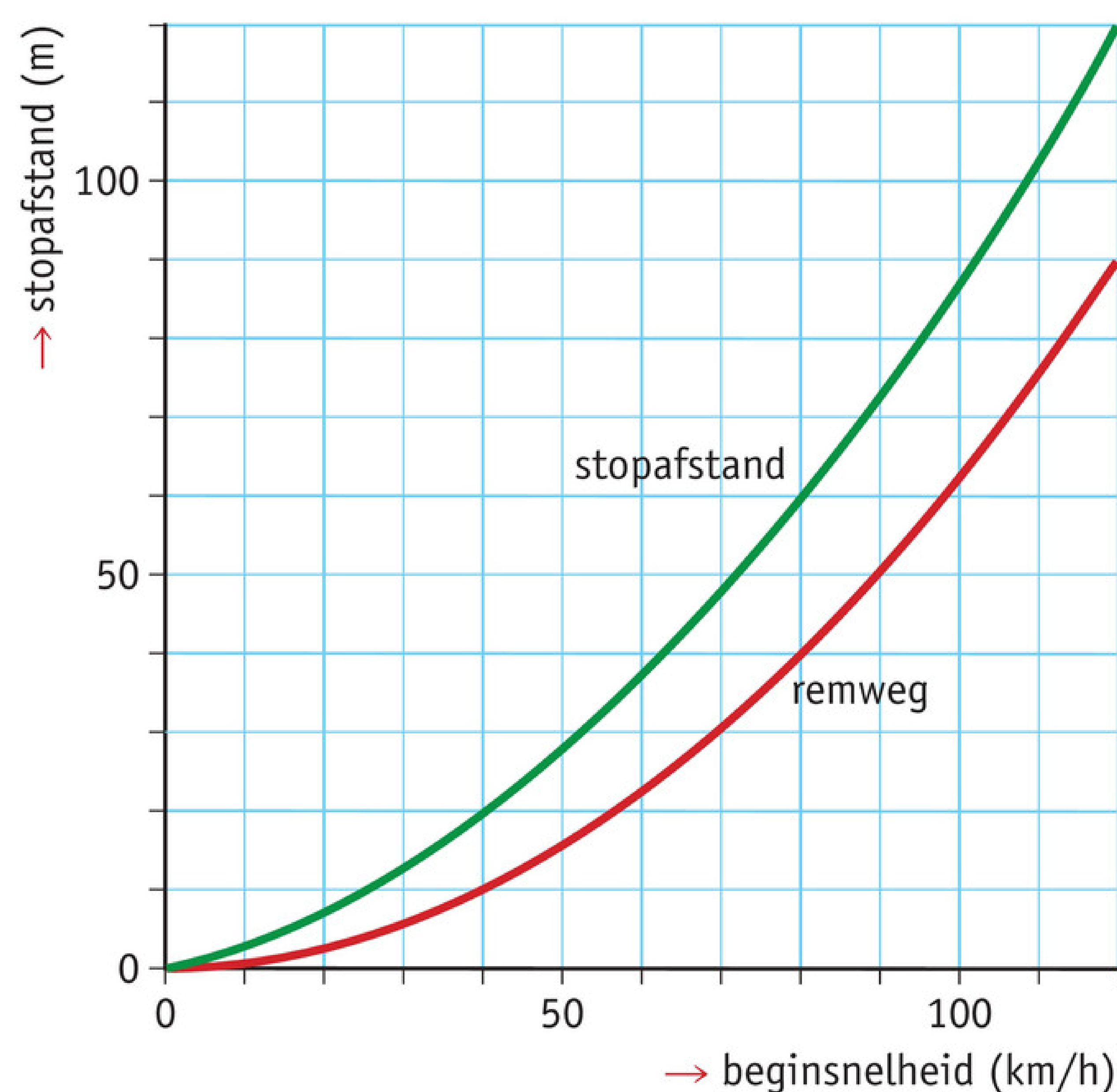
De reactietijd ligt normaal gesproken tussen de 0,7 en 1,0 s. Maar als je niet oplet of vermoeid bent, reageer je een stuk langzamer. Het gebruik van alcohol, drugs en sommige medicijnen maakt de reactietijd ook langer.
Totdat het rempedaal wordt ingetrapt beweegt de auto verder met constante snelheid en zal dus een bepaalde afstand afleggen. Deze afstand wordt reactie-afstand genoemd. De **reactie-afstand** is de afstand die wordt afgelegd in de reactietijd. Omdat de snelheid van de beweging niet verandert, kun je de reactie-afstand uitrekenen met de formule uit paragraaf 2 (afstand = gemiddelde snelheid × tijd).

De totale afstand die een auto nodig heeft om te stoppen, is groter dan de remweg. Je moet de reactie-afstand ook meerekenen. Met andere woorden:

stopafstand = reactie-afstand + remweg

met daarin:
- de stopafstand, de reactie-afstand en de remweg in meter (m).

In afbeelding 4 zie je hoe groot de **stopafstand** is bij verschillende beginsnelheden. Daarbij is uitgegaan van een reactietijd van 1,0 s.



afbeelding 4 Het verband tussen snelheid en stopafstand.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS BESCHERMING TEGEN BOTSINGEN

Als een auto ergens tegenaan botst, staat hij vrijwel meteen stil. Er is geen reactie-afstand en de ‘remkracht’ van een botsing is heel groot. Doordat de remweg bij een botsing heel kort is, is de klap die de inzittenden krijgen heel groot. Om de inzittenden te beschermen bij een botsing, moet hun remweg zo lang mogelijk gemaakt worden. Dat gebeurt op verschillende manieren.

Auto’s hebben een kreukelzone. Dat is de voorkant van de auto die in elkaar schuift bij een botsing (afbeelding 5). Daardoor wordt de remweg van de inzittenden enkele tientallen centimeters langer.



afbeelding 5 De kreukelzone wordt in elkaar gedrukt, de kooiconstructie vervormt nauwelijks.

De veiligheidsgordels zorgen ervoor dat de inzittenden tegelijk met de auto afremmen. Zonder veiligheidsgordel zou de bestuurder pas afremmen als hij met zijn hoofd tegen de voorruit slaat. De gordels rekken een eindje uit als de auto botst. Ook daardoor wordt de remweg van de inzittenden iets langer. Een airbag heeft dezelfde functie als een veiligheidsgordel, maar wordt verder ingedrukt. Daardoor wordt de remweg van de inzittende nog iets langer.

LEERSTOF

1 Wat helpt om de remweg korter te maken?

- ○ A de beginsnelheid groter maken
- ○ B de massa groter maken
- ○ C de remkracht groter maken

2 Zijn de volgende uitspraken waar of onwaar?

- Als de snelheid van een auto verdubbelt, zal zijn remweg ook verdubbelen.
  waar / onwaar
- Een auto met een grotere snelheid heeft een kleinere remweg.
  waar / onwaar

3 Hoe komt dat de stopafstand groter is dan de remweg?

- ○ A omdat de auto nog een eind doorglijdt
- ○ B omdat de remkracht meestal niet maximaal is
- ○ C omdat er geen rekening is gehouden met de totale massa
- ○ D omdat je niet direct reageert als er iets gebeurt

4 De lengte van de remweg van een auto hangt af van:

....

....

....

5 Soms is de reactietijd van een automobilist veel groter dan 0,7 tot 1,0 s.
Noteer vier mogelijke oorzaken.

....

....

....

....

6 Als een kind plotseling voor een auto oversteekt, is de reactietijd van de bestuurder heel belangrijk.

a Wat is de reactietijd?

....

....

b Heeft de auto tijdens de reactietijd al een vertraagde beweging? Leg je antwoord uit.

....

c Wat wordt bedoeld met de reactie-afstand?

....

7 Soms is de remweg van een auto een stuk langer dan normaal.
Noteer drie mogelijke oorzaken.

....

....

....

TOEPASSING

8 In de volgende situaties is de remweg van de auto langer dan normaal.
Kies bij elke situatie de juiste oorzaak.

a De chauffeur heeft ergens drie passagiers opgepikt.
De massa is groter dan normaal. / De remkracht is kleiner dan normaal.

b De voering van de remmen is helemaal versleten.
De massa is groter dan normaal. / De remkracht is kleiner dan normaal.

c De achterbak ligt vol met bagage.
De massa is groter dan normaal. / De remkracht is kleiner dan normaal.

d De weg is door hevige sneeuwval glad geworden.
De massa is groter dan normaal. / De remkracht is kleiner dan normaal.

9 Veel automobilisten laten winterbanden plaatsen. Deze banden zijn gemaakt van een zachtere rubbersoort dan het rubber van zomerbanden. Daardoor hebben de banden bij lagere temperaturen extra grip.
Winterbanden maken de remweg bij lage temperaturen *korter* / *langer*.

10 Veel ongelukken ontstaan doordat een auto niet binnen een bepaalde afstand tot stilstand kan komen. Hier staan zeven mogelijke oorzaken:

1 versleten banden
2 vermoeidheid
3 zware regen
4 slechte remmen
5 een zwaarbeladen auto
6 gebruik van alcohol/drugs
7 een te hoge snelheid

a Welke oorzaken beïnvloeden de reactietijd?

....

b Welke oorzaken beïnvloeden de remweg?

....

11 Een verkeersonderzoeker meet de reactie-afstand en de remweg bij verschillende snelheden. In de auto zit alleen de bestuurder. In tabel 1 zie je een aantal van zijn meetresultaten.

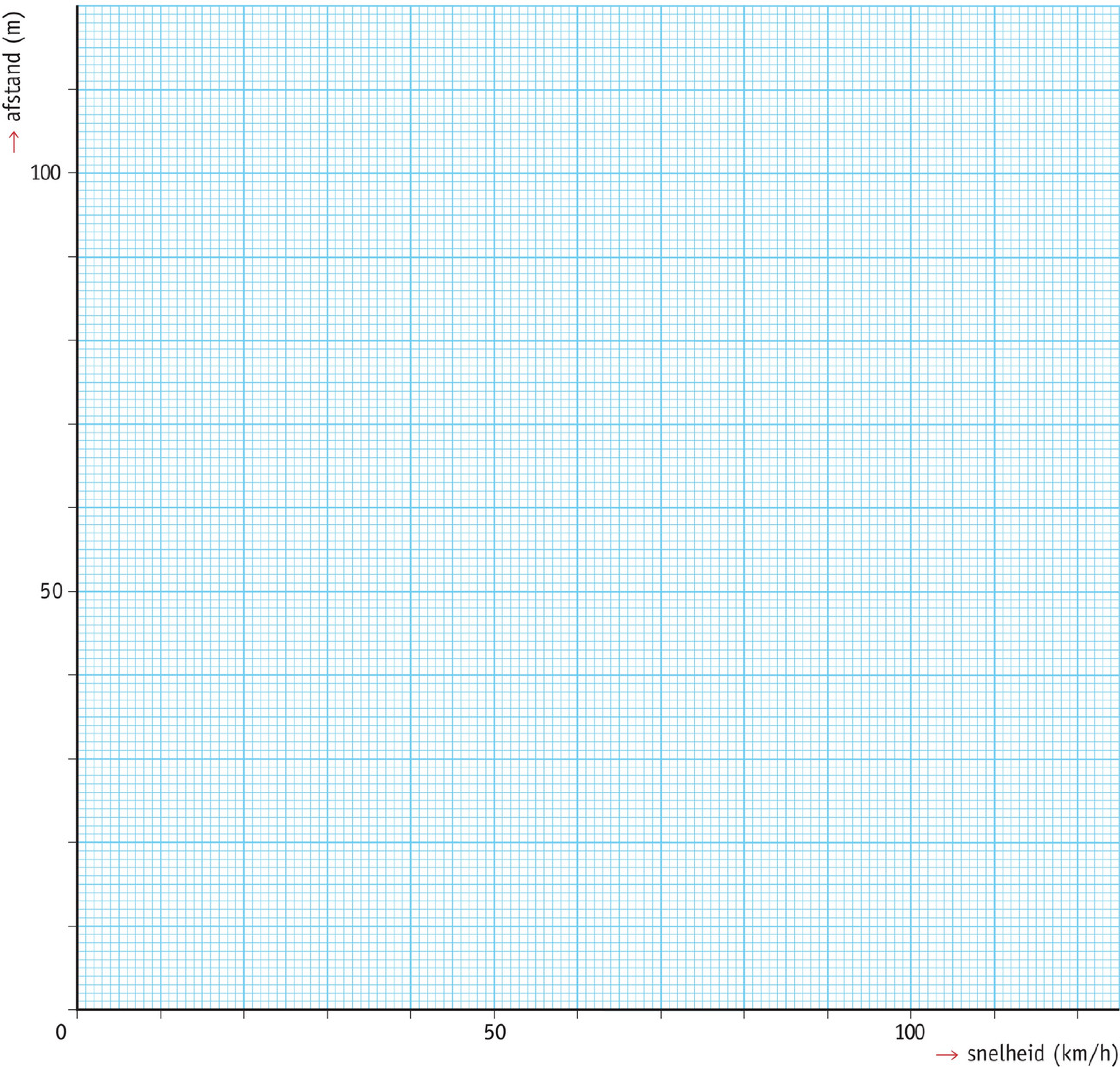
a Bereken hoe groot de stopafstand is in elke situatie.
Noteer de uitkomsten in de vierde kolom van de tabel.

b Teken in afbeelding 6 hoe de stopafstand afhangt van de (begin)snelheid.

c Schets met een rood potlood in afbeelding 6 ook hoe de stopafstand afhangt van de (begin)snelheid van dezelfde auto als daar vier personen in zitten.

tabel 1 De meetgegevens van vier remproeven.

snelheid (km/h)	reactie-afstand (m)	remweg (m)	stopafstand (m)
18	4	2	
36	8	8	
72	16	32	
108	24	72	



afbeelding 6 Het verband tussen de beginsnelheid en de stopafstand.

12 Als je in afbeelding 6 de grafiek van tabel 1 getekend hebt, kun je aflezen hoe groot de stopafstand is bij verschillende (begin)snelheden.

a Noteer hoe groot de stopafstand is bij een snelheid van:

- 30 km/h: ....
- 50 km/h: ....
- 80 km/h: ....
- 100 km/h: ....
- 120 km/h: ....

b Wat is het verband tussen de beginsnelheid en de remweg?

....

★ 13 Een bromfietser rijdt met een constante snelheid van 10 m/s. De reactietijd van de bromfietser is 0,7 s.

a Bereken de reactie-afstand.

....

b Zijn remweg is 12 m. Bereken de stopafstand.

....

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS BESCHERMING TEGEN BOTSINGEN

14 Auto's hebben verschillende voorzieningen om de kans op ernstig letsel bij een botsing zo klein mogelijk te maken.
Noteer drie van die voorzieningen.

....

....

....

15 Een auto botst tegen een boom. Daarbij wordt de voorkant van de auto 50 cm ingedrukt.
De veiligheidsgordel van de bestuurder rekt zo ver uit dat hij 30 cm naar voren schuift.

a Hoe groot is de stopafstand van de auto?

....

b Hoe groot zou de stopafstand van de auto zijn als deze geen kreukelzone had gehad?

....

c Hoe groot is de remweg van de bestuurder?

....

d Wat gebeurt er met de remweg van de bestuurder als de gordel niet uitrekt? Leg je antwoord uit.

....

....

Practica

PROEF 1 EEN STROBOSCOPISCHE FOTO MAKEN

50 minuten

Inleiding
Op een stroboscopische foto is een beweging vaak goed vast te leggen. Het mooie van zo'n foto is dat je de hele beweging in één foto ziet. Sporters gebruiken zo'n foto om erachter te komen hoe ze precies bewegen. Zo kunnen ze ontdekken wat ze nog kunnen verbeteren.

Doel
Bij deze proef maak je zelf een aantal stroboscopische foto's.

Nodig
- ☐ stroboscooplamp
- ☐ camera met instelbare sluitertijd
- ☐ statief
- ☐ verduisterde ruimte met een donkere achtergrond

Uitvoeren en uitwerken
Werkverdeling
Een deel van de klas maakt de foto's. Dit zijn de fotografen. De andere leerlingen maken om de beurt een beweging. Zij zijn de proefpersonen.

Voorbereiden
Instructie voor de proefpersonen:
- Bedenk welke beweging je straks gaat maken. Wees creatief en bedenk bewegingen die het 'goed doen' op een stroboscopische foto.
- Probeer de beweging uit. Let goed op je eigen veiligheid en op die van anderen.

Proefdraaien en instellen
Instructie voor de fotografen:
- Laat de proefpersoon de beweging maken. Stel vast hoelang de beweging duurt.
- Stel de hoogte van het statief zo in dat de beweging goed in beeld komt.
- Stel de sluitertijd van de camera zo in dat de hele beweging gefotografeerd wordt.
- Stel de stroboscooplamp in op een geschikte waarde, tussen de 5 en 20 flitsen per seconde.

Uitvoeren
Instructie voor de fotografen:
- Vraag de proefpersoon die aan de beurt is, klaar te gaan staan.
- Druk de ontspanknop van de camera in en geef meteen het startsein.
- Wacht tot de sluiter van de camera weer is gesloten.

1 Bekijk en beoordeel de foto. Gebruik daarvoor de opdrachten a, b en c. Als je alle vragen met ja kunt beantwoorden, is je foto goed.

a Staat de beweging er duidelijk op?

....

b Is de afstand tussen de verschillende beelden goed?

....

c Had de sluitertijd de juiste waarde: niet te lang of te kort?

....

- Pas zo nodig de instellingen aan en maak nog een foto. Ga anders door naar de volgende proefpersoon.

2 Wat verandert er aan de foto als het aantal flitsen per seconde wordt verhoogd of verlaagd?

....

....

....

3 Wat verandert er aan de foto als de beweging langzamer wordt gedaan?

....

....

....

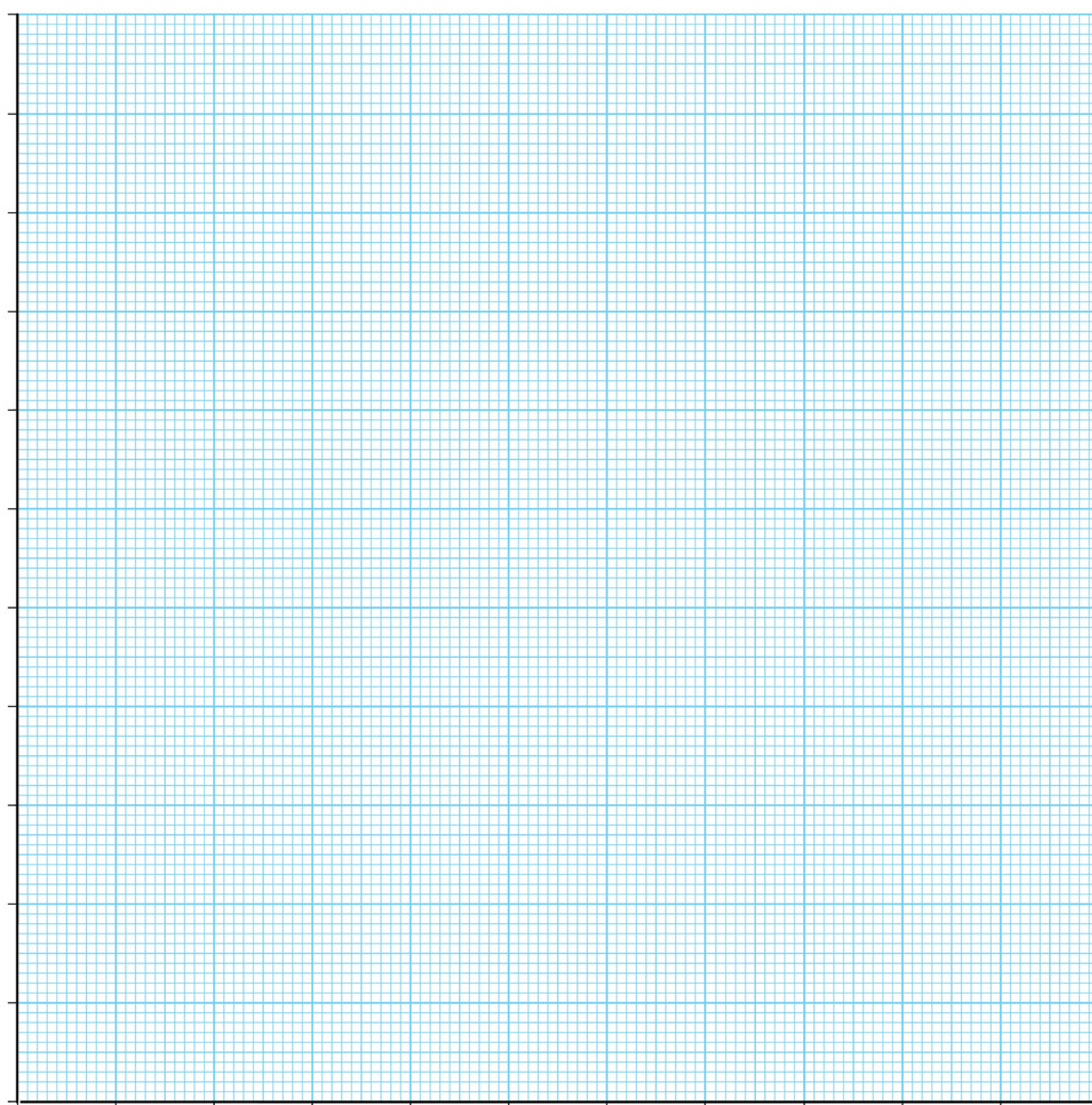
4 Wat verandert er aan de foto als de sluitertijd langer of korter wordt?

....

....

....

5 Teken in het afstand-tijddiagram van afbeelding 1 een grafiek van één van de foto's die je hebt gemaakt.



afbeelding 1 Het afstand-tijddiagram van proef 1.

PROEF 2 BEWEGINGEN BESTUDEREN

45 minuten

Inleiding

Als je een beweging wilt bestuderen, begin je ermee de beweging vast te leggen.
Je gaat na waar het bewegende voorwerp is (= de afgelegde afstand) op een aantal opeenvolgende tijdstippen (= de tijd). Na afloop kun je de gegevens op verschillende manieren verwerken.

Doel

Je gaat van vijf bewegingen de plaats en tijd vastleggen. Daarna verwerk je de gegevens in een afstand-tijddiagram.

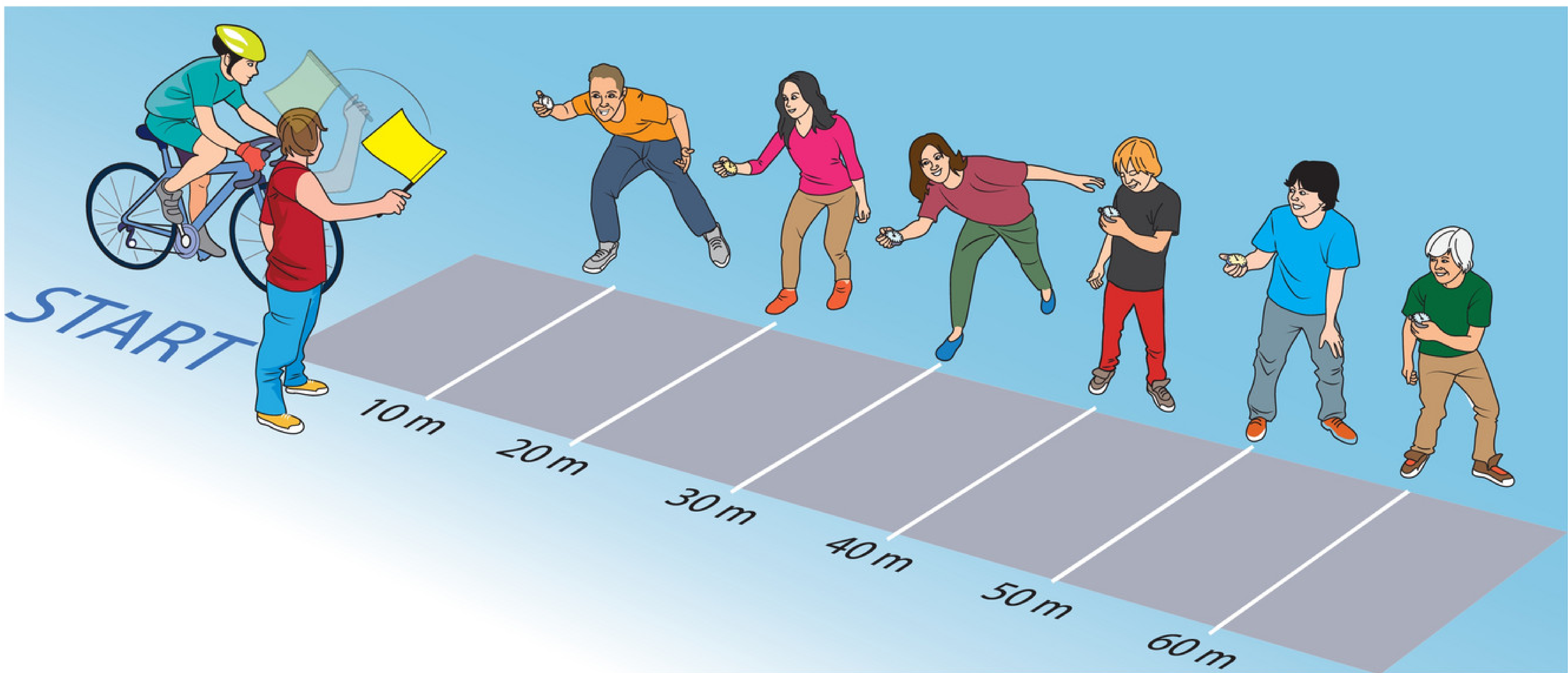
Nodig

- ☐ 6 tot 10 stopwatches
- ☐ startvlag
- ☐ krijtje
- ☐ touw van 10 m
- ☐ fiets

Uitvoeren en uitwerken

Voorbereiden

- Op een geschikte plek is een baan van 60 tot 100 m uitgezet, met om de 10 m een krijtlijn (afbeelding 2).
- Bij de start gaat één leerling staan met een startvlag. Bij elke 10-meterlijn gaat één leerling staan met een stopwatch.



afbeelding 2 De meetopstelling voor proef 2.

Uitvoeren

Bij elke beweging moet je als volgt meten:

- Als de starter de startvlag naar beneden zwaait, moet je de stopwatch starten.
- Op het moment dat de bewegende leerling een 10-meterlijn passeert, wordt de bijbehorende stopwatch stilgezet.
- Elke leerling met een stopwatch noteert ten slotte de gemeten tijd.

Dit zijn de vijf bewegingen waar je de gegevens van moet verzamelen:

- Leerling a wandelt in een gewoon tempo.
- Leerling b sprint zo snel mogelijk.
- Leerling c fietst in een kalm tempo.
- Leerling d fietst zo snel mogelijk.
- Leerling e fietst zo snel mogelijk met een tweede leerling achterop.

Uitwerken

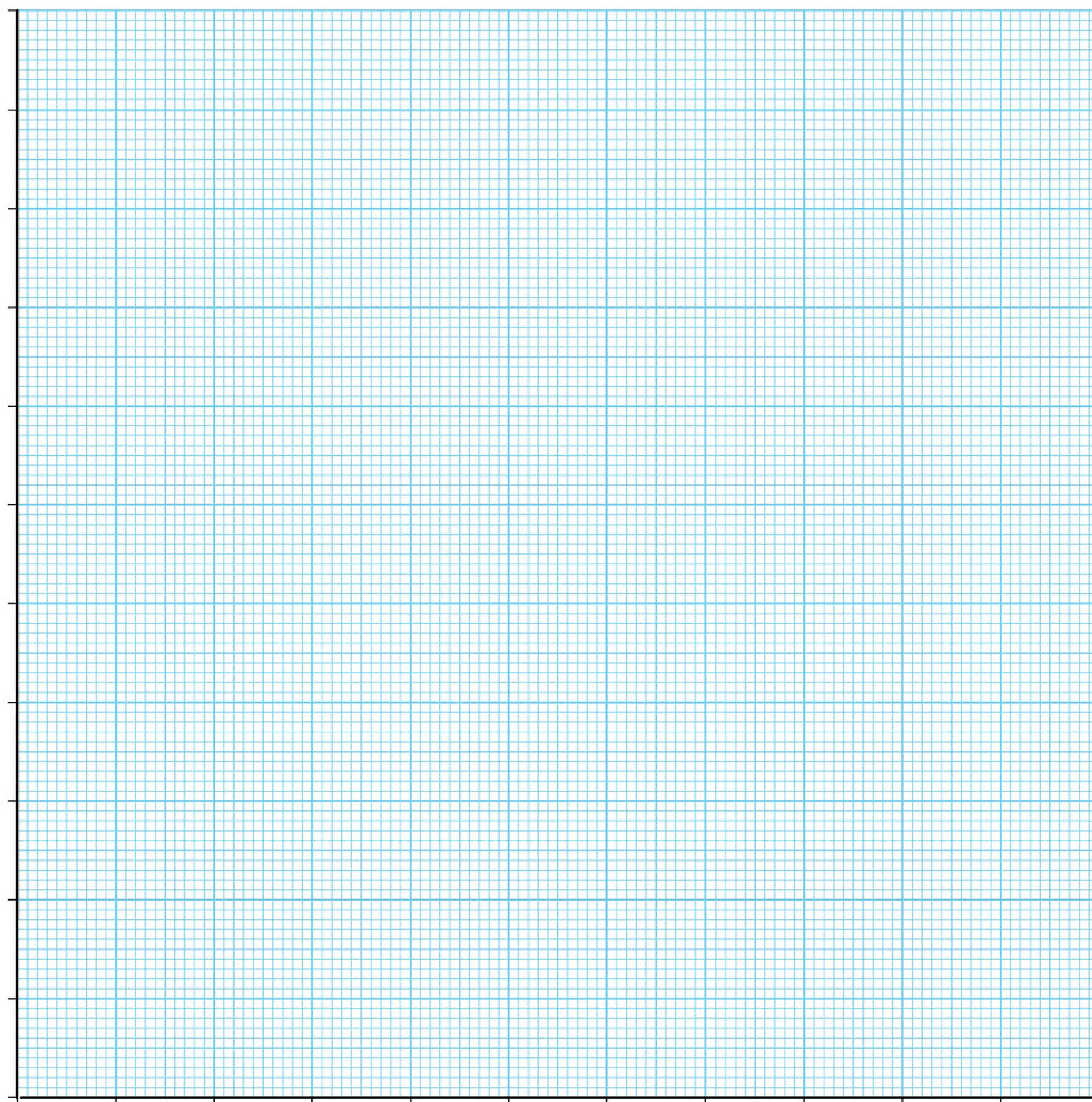
- Na afloop worden alle meetresultaten verzameld op het bord.

1 Vul tabel 1 in. Noteer alle meetresultaten op de juiste plaats in de tabel.

tabel 1 De afstand-tijdtabel van proef 2.

afgelegde afstand (m)	leerling a	leerling b	leerling c	leerling d	leerling e
	tijd (s)	tijd (s)	tijd (s)	tijd (s)	tijd (s)
0					
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					

2 Teken de grafiek van elke beweging in het afstand-tijddiagram in afbeelding 3. Gebruik steeds een andere kleur.



afbeelding 3 Het afstand-tijddiagram van vijf verschillende bewegingen.

Beantwoord de volgende vragen nadat paragraaf 3 is behandeld.

3 Vergelijk jouw afstand-tijddiagrammen met de afstand-tijddiagrammen in paragraaf 3.

a Bij welke beweging(en) is de snelheid min of meer constant? Waaraan zie je dat?

....

b Bij welke beweging(en) kun je duidelijk zien dat de beweging in het begin versneld is? Waaraan zie je dat?

....

....

4 Bereken de gemiddelde snelheid van elke beweging, eerst in m/s.

Leerling a: afstand = ... m

tijd = ... s

gemiddelde snelheid = $\frac{\text{................ m}}{\text{................ s}}$ = ... m/s

Leerling b: afstand = ... m

tijd = ... s

gemiddelde snelheid = $\frac{\text{................ m}}{\text{................ s}}$ = ... m/s

Reken op dezelfde manier de gemiddelde snelheid van de andere leerlingen uit.

Leerling c: gemiddelde snelheid = $\frac{\text{................ m}}{\text{................ s}}$ = ... m/s

Leerling d: gemiddelde snelheid = $\frac{\text{................ m}}{\text{................ s}}$ = ... m/s

Leerling e: gemiddelde snelheid = $\frac{\text{................ m}}{\text{................ s}}$ = ... m/s

5 Reken de snelheden van de leerlingen a tot en met e om naar km/h.

Leerling a: .... m/s × .... = ... km/h

Leerling b: .... m/s × .... = ... km/h

Leerling c: .... m/s × .... = ... km/h

Leerling d: .... m/s × .... = ... km/h

Leerling e: .... m/s × .... = ... km/h

PROEF 3 BEWEGINGEN VASTLEGGEN MET EEN TIJDTIKKER

45 minuten

Inleiding

Een tijdtikker is een apparaatje dat stippen zet op een strook papier: de tikkerband. Je maakt de tikkerband vast aan een voorwerp waarvan je de beweging wilt vastleggen. Tijdens de beweging wordt de tikkerband door de tikker getrokken. Die zet dan stippen op de band. Na afloop kun je aan de hand van die stippen nagaan hoe het voorwerp heeft bewogen.

Doel

Je maakt met behulp van een tijdtikker een afstand-tijddiagram van een versnelde beweging, een beweging met constante snelheid en een vertraagde beweging.

Nodig

- ☐ tijdtikker
- ☐ voedingskastje
- ☐ snoeren
- ☐ drukschakelaar
- ☐ 3 stukken tikkerband van 60 cm
- ☐ liniaal

Uitvoeren en uitwerken

Voorbereiden

- Je doet deze proef met z'n tweeën.
- Sluit de tijdtikker via de schakelaar aan op het voedingskastje. Je leraar vertelt je op hoeveel volt wisselspanning je het apparaat moet laten werken.
- Leg een strook tikkerband van 60 cm in de tijdtikker.

Uitvoeren

Meting 1: een versnelde beweging

- Leg de eerste strook tikkerband in de tijdtikker.
- Leerling 1 geeft het startsein en schakelt op dat moment de tijdtikker in.
- Leerling 2 trekt de strook met een steeds grotere snelheid door de tijdtikker. **Let op!** De hele beweging moet op de strook worden vastgelegd.
- Schrijf op de strook 'versnelde beweging'.
- Zet een B (van begin) bij de eerste stip op de strook.
- Zet een E (van eind) bij de laatste stip op de strook.

Meting 2: een beweging met constante snelheid

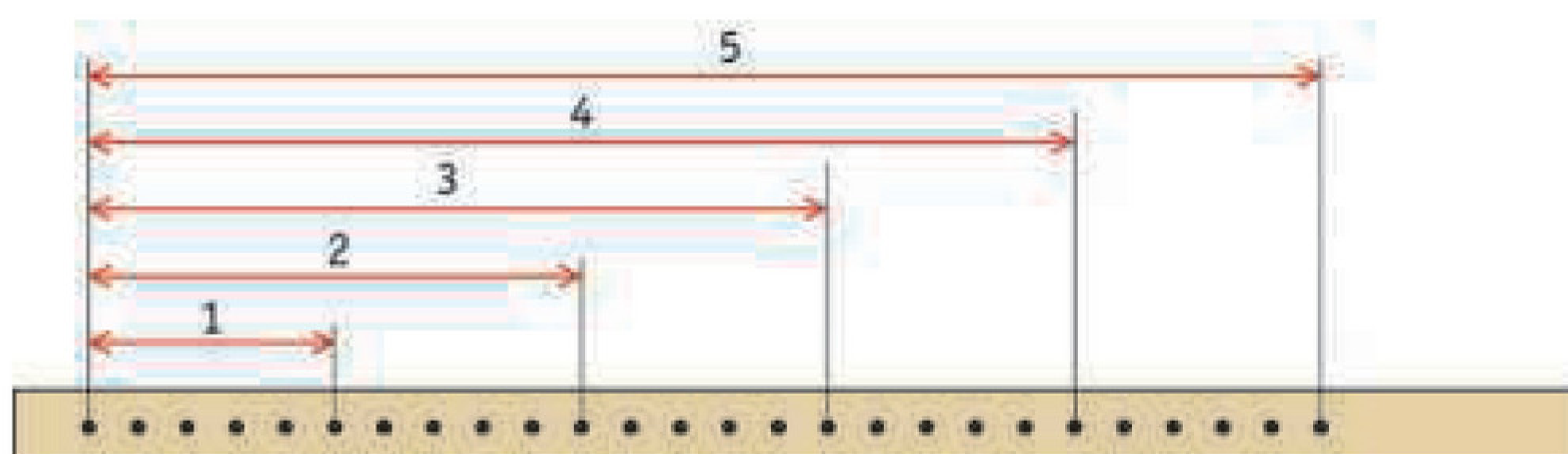
- Leg de tweede strook tikkerband in de tijdtikker.
- Leerling 1 geeft het startsein en schakelt op dat moment de tijdtikker in.
- Leerling 2 trekt de strook met constante snelheid door de tijdtikker.
- Schrijf op de strook 'beweging met constante snelheid'.
- Zet een B bij de eerste stip op de strook.
- Zet een E bij de laatste stip op de strook.

Meting 3: een vertraagde beweging

- Leg de derde strook tikkerband in de tijdtikker.
- Leerling 1 geeft het startsein en schakelt op dat moment de tijdtikker in.
- Leerling 2 trekt de strook met een steeds verder afnemende snelheid door de tijdtikker. (Oefen dit een paar keer, zonder de tijdtikker aan te zetten, voor je de proef echt doet.)
- Schrijf op de strook 'vertraagde beweging'.
- Zet een B bij de eerste stip op de strook.
- Zet een E bij de laatste stip op de strook.

Uitwerken

- Zet met potlood en liniaal een streep bij de eerste stip op de eerste strook.
- Tel vijf stippen verder en zet weer een streep. Herhaal dit tot je bij het eind van de strook bent gekomen (afbeelding 4).
- Bewerk de andere twee stroken op dezelfde manier.



afbeelding 4 Zo zet je de strepen op de tikkerband.

tabel 2 De meetresultaten van proef 3.

		meting 1	meting 2	meting 3
afstand nummer	tijd (s)	afstand (cm)	afstand (cm)	afstand (cm)
0	0	0	0	0
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

1 Meet de afgelegde afstanden van meting 1, zoals in afbeelding 4 is aangegeven.
Noteer de afstanden op de juiste plaats in tabel 2.

2 Doe hetzelfde voor meting 2 en 3.

3 Noteer in de tweede kolom van de tabel in hoeveel tijd elke afstand is afgelegd. Sommige tijdtikkers zetten vijftig stippen per seconde, andere honderd stippen per seconde. Je leraar vertelt je hoe dat zit bij jouw tijdtikker.

4 Schets in afbeelding 5 een afstand-tijddiagram:
- **a** van de versnelde beweging (meting 1).
- **b** van de beweging met constante snelheid (meting 2).
- **c** van de vertraagde beweging (meting 3).

5 Hoe ziet de grafiek eruit:

a van de versnelde beweging?

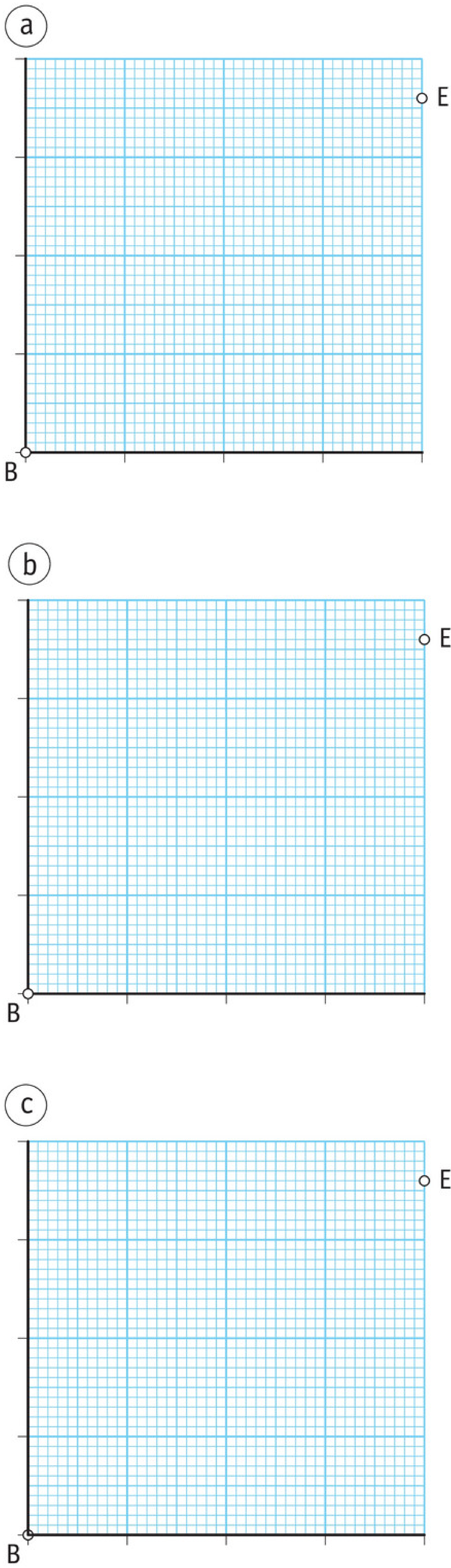
....

b van de beweging met constante snelheid?

....

c van de vertraagde beweging?

....



afbeelding 5 Het afstand-tijddiagram van proef 3.

6 Bereken de gemiddelde snelheden van de bewegingen die op de tikkerstroken zijn vastgelegd. Schrijf steeds de hele berekening op.

Beweging 1:

....

....

....

....

Beweging 2:

....

....

....

....

Beweging 3:

....

....

....

....

PROEF 4 DE REMWEG VAN JE FIETS

45 minuten

Inleiding

Als je remt met je fiets, sta je niet meteen stil. Tijdens het remmen leg je nog een bepaalde afstand af. Deze afstand wordt de remweg genoemd.

Doel

Je doet een onderzoek naar de remweg van een fiets. De onderzoeksvraag is:
Welke invloed heeft de snelheid op de remweg?

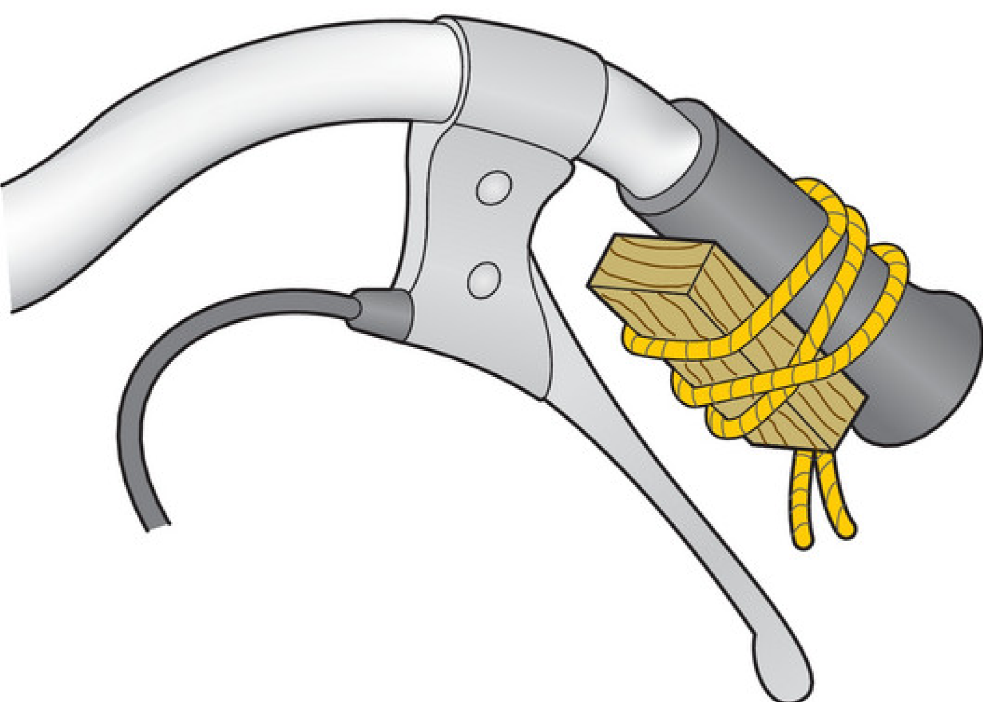
Nodig

- ☐ stopwatch
- ☐ meetlint
- ☐ fiets met handremmen
- ☐ 2 houten blokjes
- ☐ touw

Uitvoeren en uitwerken

Voorbereiden

- Je doet deze proef met z'n tweeën: leerling 1 fietst, leerling 2 neemt de tijd op en meet de remweg.
- Maak de blokjes vast aan je stuur, zoals in afbeelding 6 is getekend. Je kunt dan elke keer met dezelfde kracht afremmen.
- Zet op het schoolplein of op een stille weg een afstand uit van 10 m.



afbeelding 6 Zo kun je steeds met dezelfde kracht remmen.

Uitvoeren

- Leerling 1 rijdt met een constante snelheid over het traject van 10 m. Na het passeren van de 10-meterlijn remt de leerling meteen tot de fiets stilstaat.
- Leerling 2 meet de tijd waarin leerling 1 de 10 m aflegt. Na afloop meet leerling 2 hoe lang de remweg is.
- Doe de genoemde metingen bij vijf verschillende snelheden (van heel langzaam tot zo snel mogelijk).

1 Noteer alle meetgegevens in tabel 3: de tijd in de tweede kolom en de remweg in de vierde kolom.

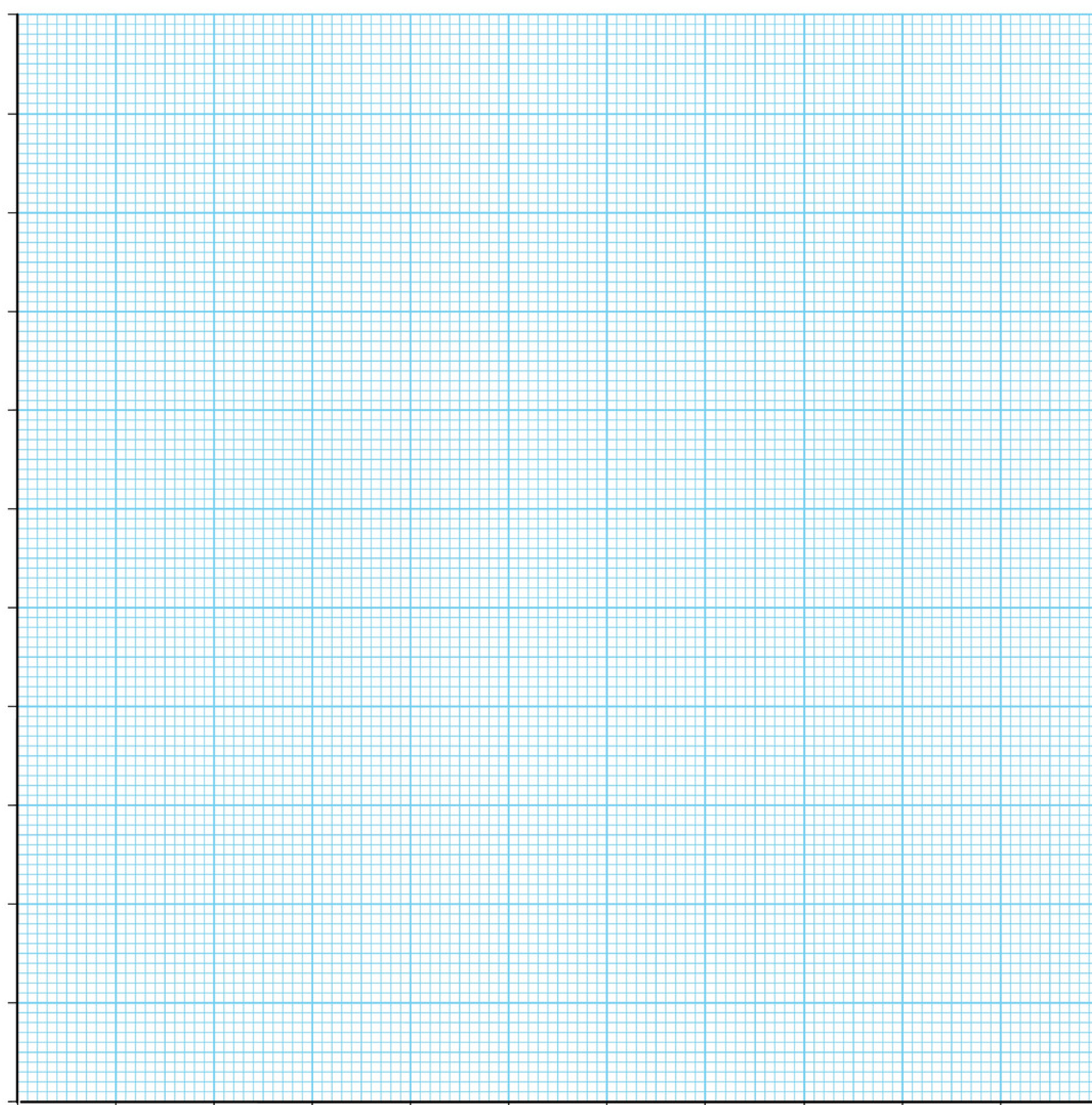
tabel 3 De meetresultaten van proef 4.

meting	10-metertijd (s)	snelheid voor het remmen (m/s)	remweg (m)
0 (= begin)	–	0	0
1			
2			
3			
4			
5			

Verwerken

2 Bereken de snelheid vóór het remmen bij elke meting.
Noteer die snelheid in de derde kolom van de tabel.

3 Maak in afbeelding 7 een grafiek van je waarnemingen waarin je de remweg uitzet tegen de tijd (de remweg komt langs de verticale as, de tijd langs de horizontale as).



afbeelding 7 Het afstand-tijddiagram van proef 4.

PROEF 5 DE REACTIETIJD

15 minuten

Inleiding

Je hebt het vast weleens meegemaakt: je fietst door een drukke straat en opeens rent iemand vlak voor je de weg op. Geschrokken knijp je in je remmen. Maar hoe snel je ook reageert, het duurt altijd even voordat je de rem hebt ingeknepen. Die tijd tussen zien en doen noem je de reactietijd.

Doel

Bij deze proef bepaal je hoe groot je eigen reactietijd is.

Nodig

- ☐ liniaal van 30 cm

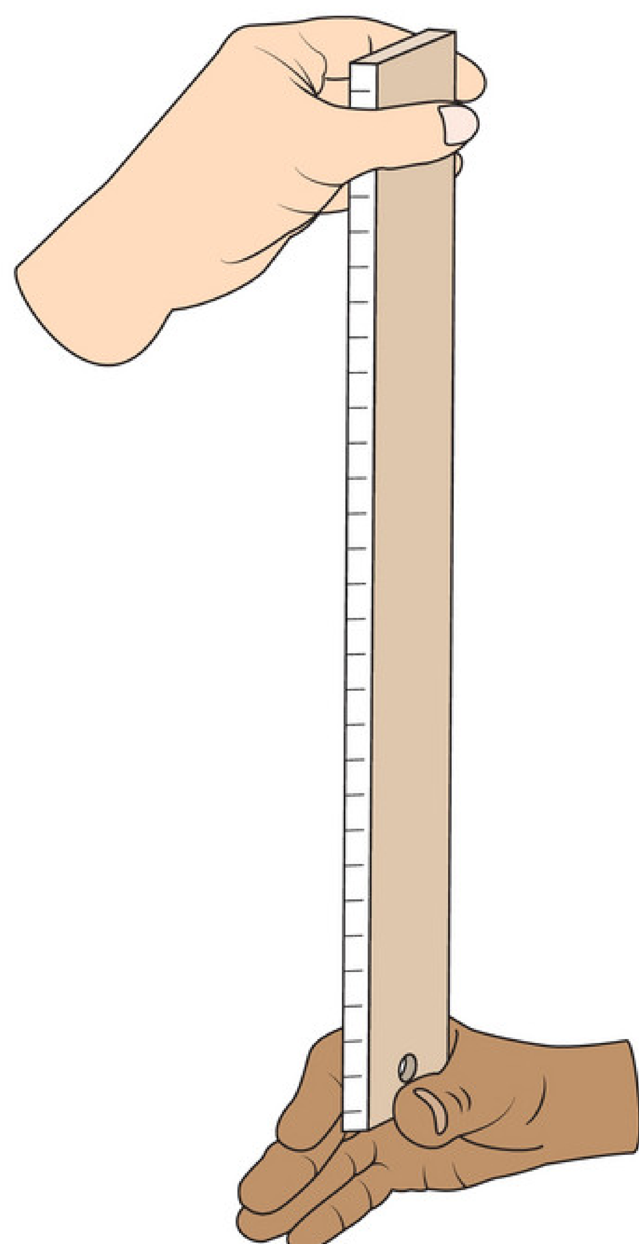
Uitvoeren en uitwerken

Werkverdeling

Je doet deze proef met z'n tweeën. Leerling 1 is proefpersoon; leerling 2 is de tester. Halverwege de proef wissel je de rollen om.

Uitvoeren

- Leerling 2 houdt de liniaal bovenaan vast bij het streepje van 30 cm. Leerling 1 houdt duim en wijsvinger rond het streepje van 0 cm, zonder de liniaal aan te raken (afbeelding 8).
- Opeens laat leerling 2 de liniaal los. De proefpersoon probeert de liniaal zo snel mogelijk met duim en wijsvinger te pakken.



afbeelding 8 Zo doe je proef 5.

1 Vul tabel 4 in.
Noteer de valafstand in de tabel. Deze afstand kun je direct op de liniaal aflezen.

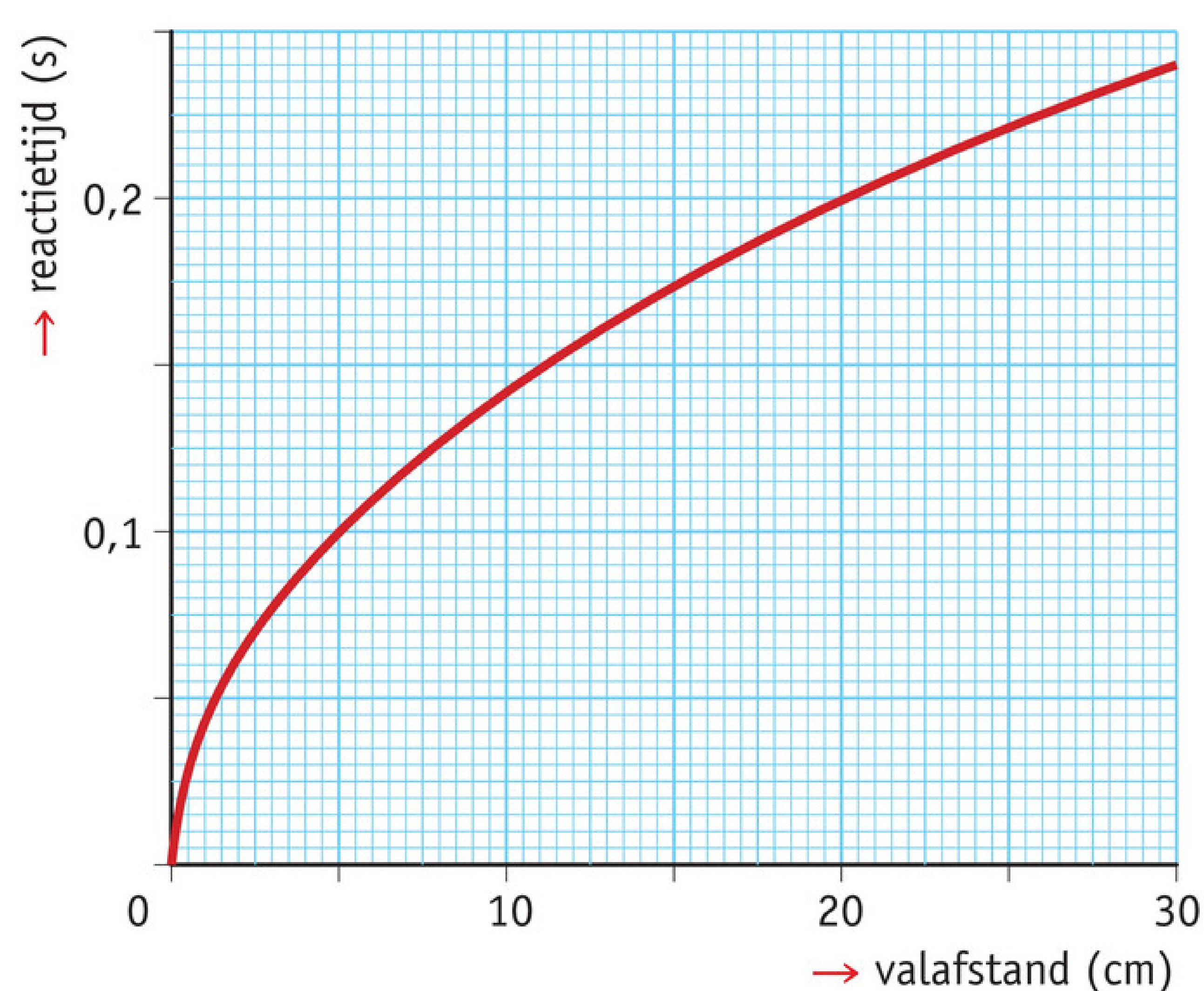
- Doe deze proef in totaal drie keer. Wissel daarna de rollen om. Doe de proef nu drie keer met leerling 2 als proefpersoon.

tabel 4 De meetgegevens van proef 5.

proefpersoon	valafstand (cm)	reactietijd (s)
leerling 1		
leerling 1		
leerling 1		
leerling 2		
leerling 2		
leerling 2		

Uitwerken

2 Bekijk afbeelding 9. Lees bij elke valafstand de bijbehorende reactietijd af.
Noteer de reactietijd in de derde kolom van de tabel.



afbeelding 9 Het verband tussen de valafstand en de reactietijd.

3 Reken de gemiddelde reactietijd uit:

a van leerling 1.

....

....

....

....

b van leerling 2.

....

....

....

....

4 Het is vaak belangrijk dat je een korte reactietijd hebt. Noteer een situatie waarin dat belangrijk is:

a in het verkeer.

....

b in de sport.

....

PROEF 6 EEN ONTWERP MAKEN – EEN MODEL VAN EEN KREUKELZONE

45 minuten

Inleiding

De kreukelzone van een auto vervormt gemakkelijk tijdens een botsing. Hierdoor wordt de ‘remweg’ voor de inzittenden langer gemaakt, zodat de klap van de botsing minder hard aankomt.

Doel

Je ontwerpt een model van een kreukelzone en probeert die uit.

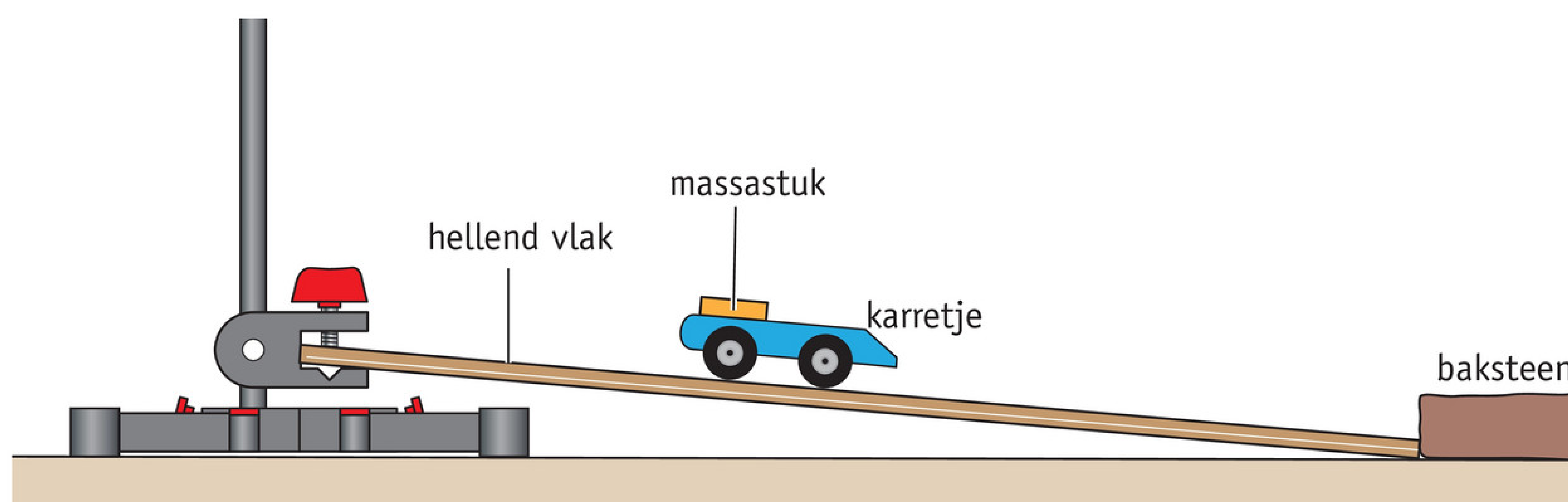
Nodig

- ☐ karretje
- ☐ hellend vlak
- ☐ baksteen
- ☐ massastuk
- ☐ liniaal
- ☐ verschillende materialen (papier, karton, aluminiumfolie, plakband enzovoort)

Uitvoeren en uitwerken

Voorbereiden

- Maak de opstelling die in afbeelding 10 is getekend.
- Leg het massastuk los op het karretje.
- Laat het karretje naar beneden rijden en tegen de baksteen botsen.
- Meet hoeveel centimeter het massastuk verschoven is.
- Maak de hellingshoek kleiner als het massastuk meer dan 8 cm verschoven is. Maak de hellingshoek groter als het massastuk minder dan 6 cm verschoven is.
- Herhaal de proef tot de verschuiving uitkomt tussen de 6 en 8 cm.



afbeelding 10 De opstelling van proef 6.

Uitvoeren

- Bedenk hoe je een kreukelzone voor op het karretje kunt bouwen met de materialen die je tot je beschikking hebt.
- Bouw de kreukelzone en test hem uit. Je model moet aan de volgende ontwerpeisen voldoen:

Ontwerpeisen

- Door de kreukelzone wordt de verschuiving van het massastuk minstens twee keer zo klein.
- De kreukelzone heeft een zo klein mogelijke massa (want de auto mag beslist niet zwaarder worden dan nodig is).

- Verbeter je ontwerp tot de kreukelzone aan de ontwerpeisen voldoet.
- Als je tijd genoeg hebt, kun je ook nog andere ontwerpen uitproberen. Probeer de hoeveelheid materiaal zo klein mogelijk te houden: hoe minder de kreukelzone weegt, hoe beter.

Presenteren

- Laat aan de klas zien hoe je kreukelzone eruitziet.
- Leg uit waarom je voor deze materialen en deze vorm gekozen hebt en hoe je het ontwerp hebt uitgetest en verbeterd. Als je verschillende ontwerpen hebt getest, vertel dan ook welke het best was en waarom.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

Leerstofoverzicht

5.1 BEWEGINGEN VASTLEGGEN

ONTHOUD

- Een beweging kun je vastleggen:
  - door met tussenpozen te fotograferen;
  - door een video-opname te maken;
  - door een stroboscopische foto te maken.
- Een stroboscopische foto maak je in een verduisterde ruimte waarbij een stroboscooplamp de ruimte met regelmatige tussenpozen verlicht.
- Als je een afstand-tijdtabel wilt maken van een beweging, moet je weten:
  - hoeveel tijd er tussen de lichtflitsen zit;
  - hoe groot de afstanden op de foto in werkelijkheid zijn.
- Van een afstand-tijdtabel kun je een afstand-tijddiagram maken. Zo'n diagram maak je als volgt:
  - Teken een assenstelsel, met de tijd langs de horizontale as en de afstand langs de verticale as.
  - Zet de gegevens uit de tabel als punten in het assenstelsel.
  - Teken een lijn die zo goed mogelijk aansluit bij de meetpunten. Dat kan een rechte of een kromme lijn zijn.

BEGRIPPEN

afstand-tijddiagram
Diagram waarbij de horizontale as de tijd-as is en de verticale as de afstand-as. In dit diagram kun je dan een grafiek van een beweging tekenen.

stroboscooplamp
Apparaat dat met regelmatige tussenpozen een lichtflits geeft.

stroboscopische foto
Foto die wordt gemaakt in een verduisterde ruimte, met als enige verlichting een stroboscooplamp.

5.2 GEMIDDELDE SNELHEID

ONTHOUD

- De gemiddelde snelheid geeft een goede indruk van hoe snel iets beweegt. De gemiddelde snelheid bereken je door de afgelegde afstand te delen door de benodigde tijd. Daarvoor gebruik je de formule:

  $$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$$

  met daarin: de afstand in meter (m), de tijd in seconden (s) en de gemiddelde snelheid in meter per seconde (m/s).
- Je kunt de snelheid (in m/s) omrekenen naar kilometer per uur door te vermenigvuldigen met 3,6.
- Je kunt ook direct de afstand invullen in kilometers en de tijd in uren. Je krijgt dan de gemiddelde snelheid in kilometer per uur (km/h).
- Als je de gemiddelde snelheid weet en de tijd die je onderweg bent, dan kun je de afstand uitrekenen met de formule:
  afstand = gemiddelde snelheid × tijd

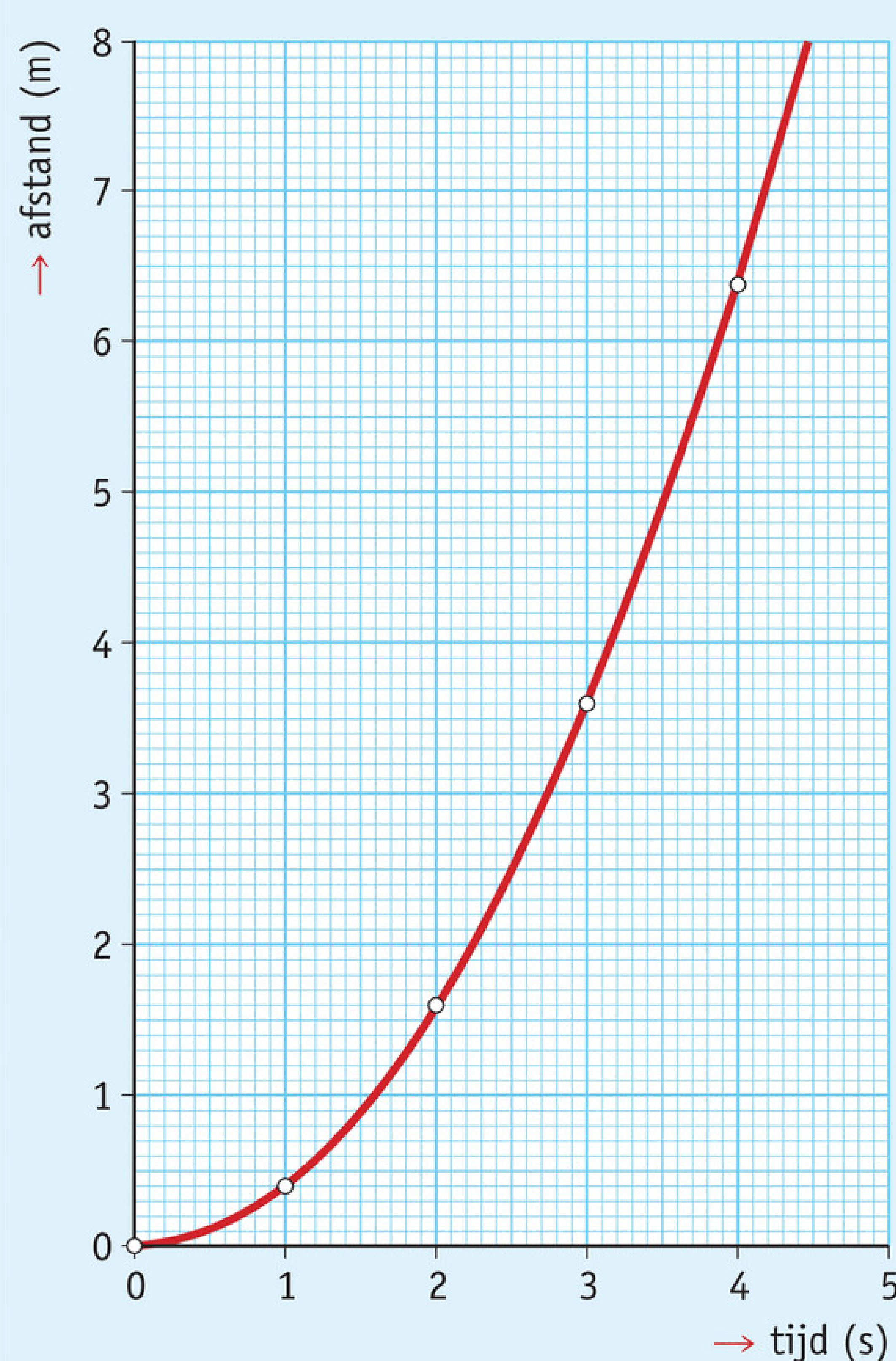
BEGRIPPEN

gemiddelde snelheid
De afgelegde afstand gedeeld door de tijd die nodig was om die afstand af te leggen (de snelheid hoeft tijdens de beweging niet constant te zijn).

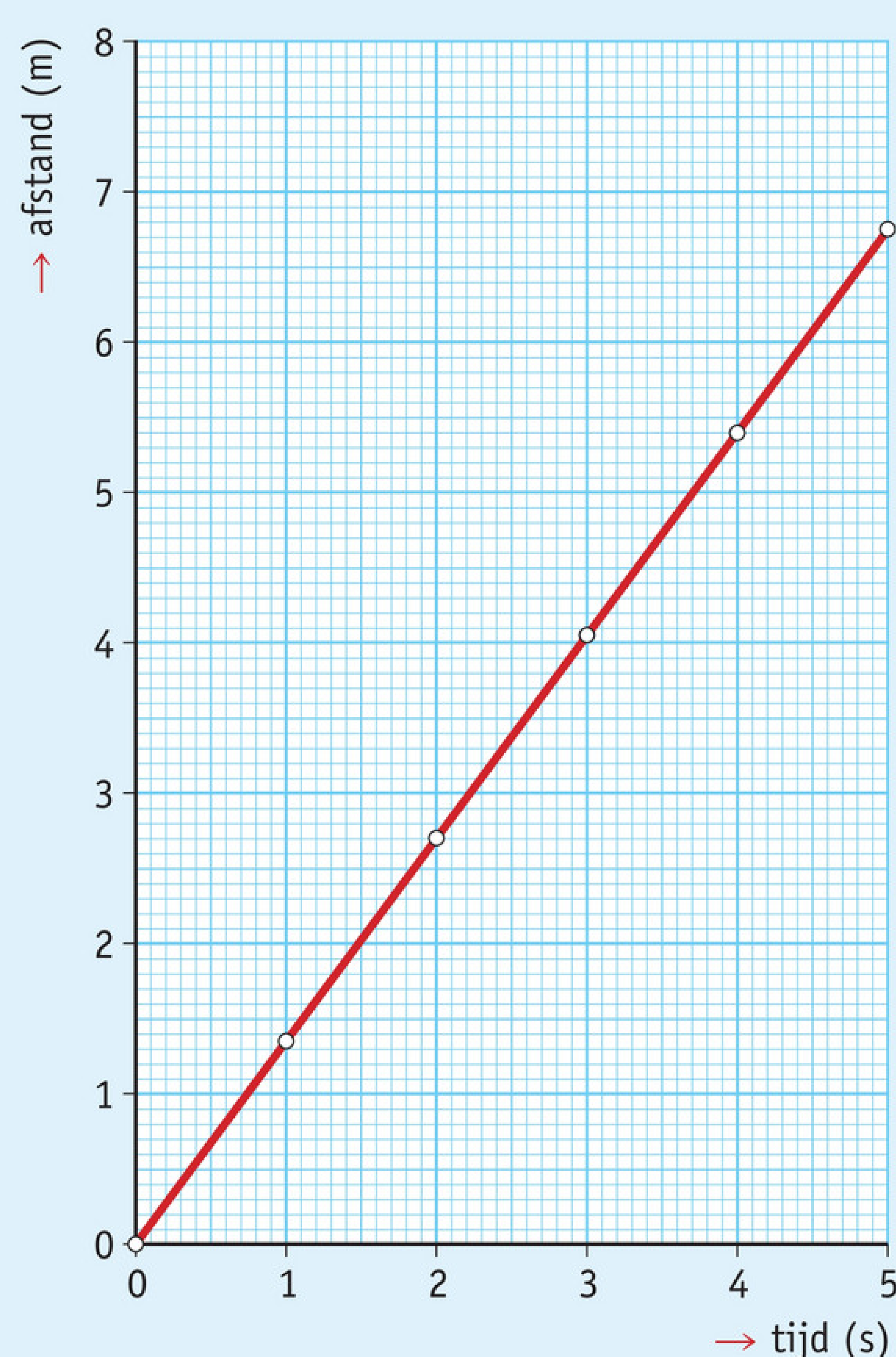
5.3 SOORTEN BEWEGINGEN

ONTHOUD

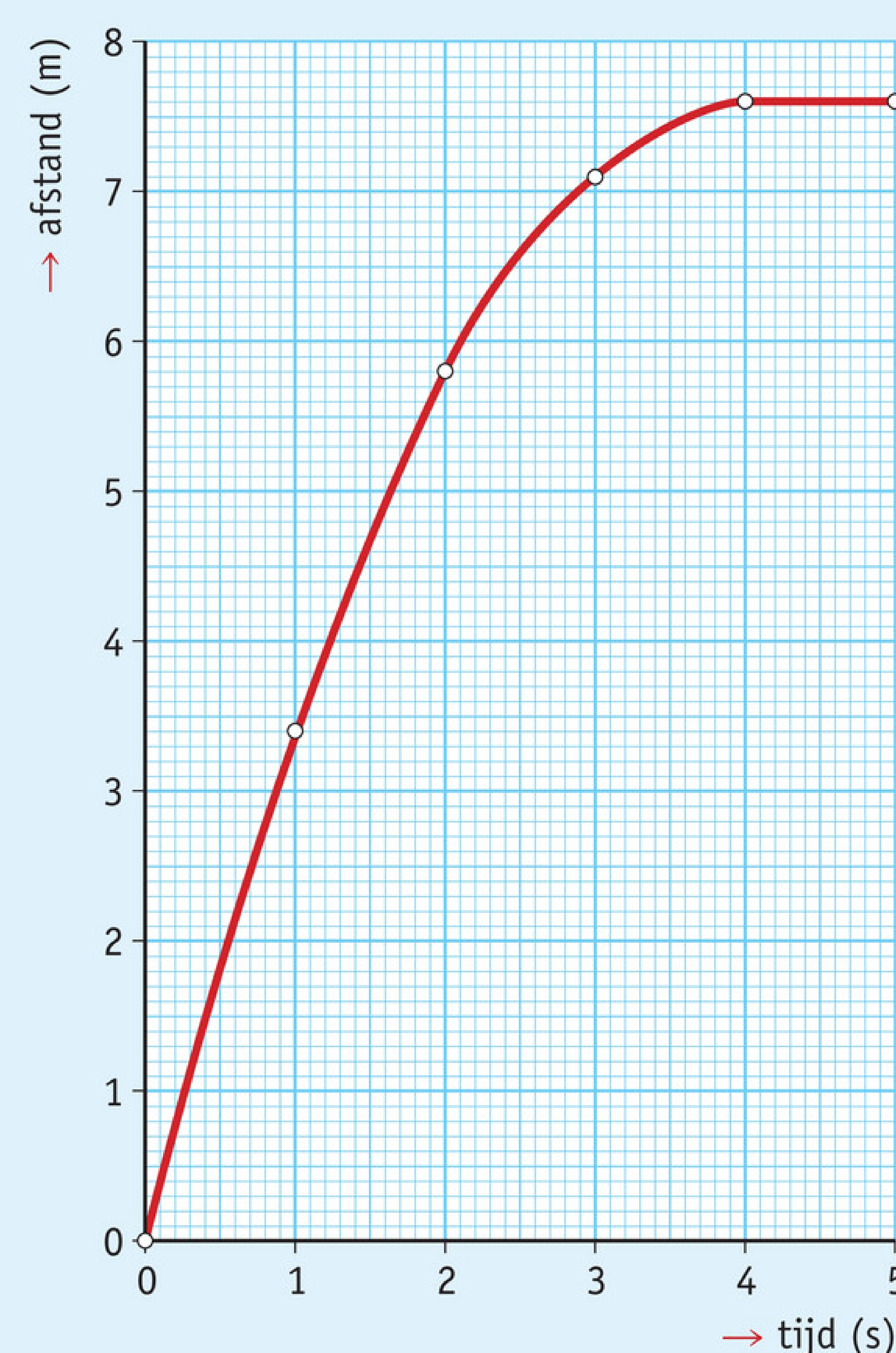
- Een beweging waarvan de snelheid steeds groter wordt, noem je een versnelde beweging. In een afstand-tijddiagram kun je een versnelde beweging herkennen aan een kromme lijn die steeds steiler omhoogloopt.
- Een beweging waarvan de snelheid niet verandert, noem je een beweging met constante snelheid. In een afstand-tijddiagram kun je een beweging met constante snelheid herkennen aan een rechte lijn die omhoogloopt.
- Een beweging waarvan de snelheid steeds kleiner wordt, noem je een vertraagde beweging. In een afstand-tijddiagram kun je een vertraagde beweging herkennen aan een kromme lijn die steeds minder steil omhoogloopt.



versnelde beweging



beweging met constante snelheid



vertraagde beweging

BEGRIPPEN

beweging met constante snelheid
Beweging waarvan de snelheid niet verandert.

versnelde beweging
Beweging waarvan de snelheid steeds groter wordt.

vertraagde beweging
Beweging waarvan de snelheid steeds kleiner wordt.

5.4 REMMEN EN BOTSEN

ONTHOUD

- De remweg van een auto hangt af van:
  - de beginsnelheid: hoe groter de beginsnelheid, hoe langer de remweg.
  - de totale massa van de auto: hoe groter de massa van een auto, hoe langer de remweg.
  - de remkracht: hoe dieper je het rempedaal intrapt, hoe groter de remkracht wordt en hoe korter de remweg.
- De remweg is ook afhankelijk van de toestand van de remmen en het wegdek.
- De tijd tussen het zien van gevaar op de weg en het intrappen of indrukken van de remmen heet de reactietijd. Het gebruik van alcohol, drugs en sommige medicijnen maakt de reactietijd langer. Ook als je niet oplet of als je vermoeid bent duurt het langer voordat je reageert.
- De reactie-afstand is de afstand die wordt afgelegd tijdens de reactietijd. De reactie-afstand bereken je met de formule:
  afstand = gemiddelde snelheid × tijd
- Als je wilt weten hoe groot de afstand is die een auto nodig heeft om tot stilstand te komen, tel je de reactieafstand en de remweg bij elkaar op. De formule hiervoor is:
  stopafstand = reactie-afstand + remweg

BEGRIPPEN

beginsnelheid
Snelheid op het moment dat het voertuig begint te remmen.

reactie-afstand
Afstand die een voertuig tijdens de reactietijd aflegt.

reactietijd
Tijd tussen het zien van een gevaar en het beginnen met remmen.

remweg
Afstand die een voertuig tijdens het remmen aflegt.

stopafstand
Totale afstand die een auto nodig heeft om tot stilstand te komen.



Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

6 Licht

EEN WERELD VOL LICHT
Licht is niet alleen nodig om te kunnen zien, maar zorgt ook voor kleur en sfeer. Met licht kun je het centrum van een stad sfeervol verlichten, zodat mensen er ook 's avonds graag komen. Je kunt licht ook gebruiken om een mooie lichtshow te maken.



1 Licht en schaduw

LEERDOELEN

6.1.1 Je kunt voorbeelden noemen van natuurlijke en kunstmatige lichtbronnen.
6.1.2 Je kunt schematisch lichtstralen tekenen.
6.1.3 Je kunt uitleggen hoe je voorwerpen om je heen kunt zien die zelf geen licht geven.
6.1.4 Je kunt de schaduw van een voorwerp tekenen.
6.1.5 Je kunt uitleggen welke schaduwbeelden ontstaan als een voorwerp verlicht wordt door één lamp of door twee lampen.
PLUS 6.1.6 Je kunt het verschil uitleggen tussen direct en indirect zonlicht.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	6.1.1	6.1.2	6.1.3	6.1.4	6.1.5	6.1.6
Onthouden	1, 5, 8a	2, 8b	3, 4	6, 7ab, 8c	8de	17a
Begrijpen	9abc		10		14a	17bc, 18abcd
Toepassen			11	12abc, 13ab 15a	13c, 14b	
Analyseren				15b	16	

In het donker zie je bijna niets. Alleen als er licht van een voorwerp op je ogen valt, kun je dat voorwerp zien. De meeste voorwerpen geven zelf geen licht, waardoor je ze in het donker vaak niet goed kunt zien.

LICHTBRONNEN

Een voorwerp dat zelf licht geeft, noem je een **lichtbron**. De zon en de sterren zijn **natuurlijke lichtbronnen**. Kaarsen, lampen en tl-buizen zijn **kunstmatige lichtbronnen** (afbeelding 1). Kunstmatige lichtbronnen zijn door de mens gemaakt.

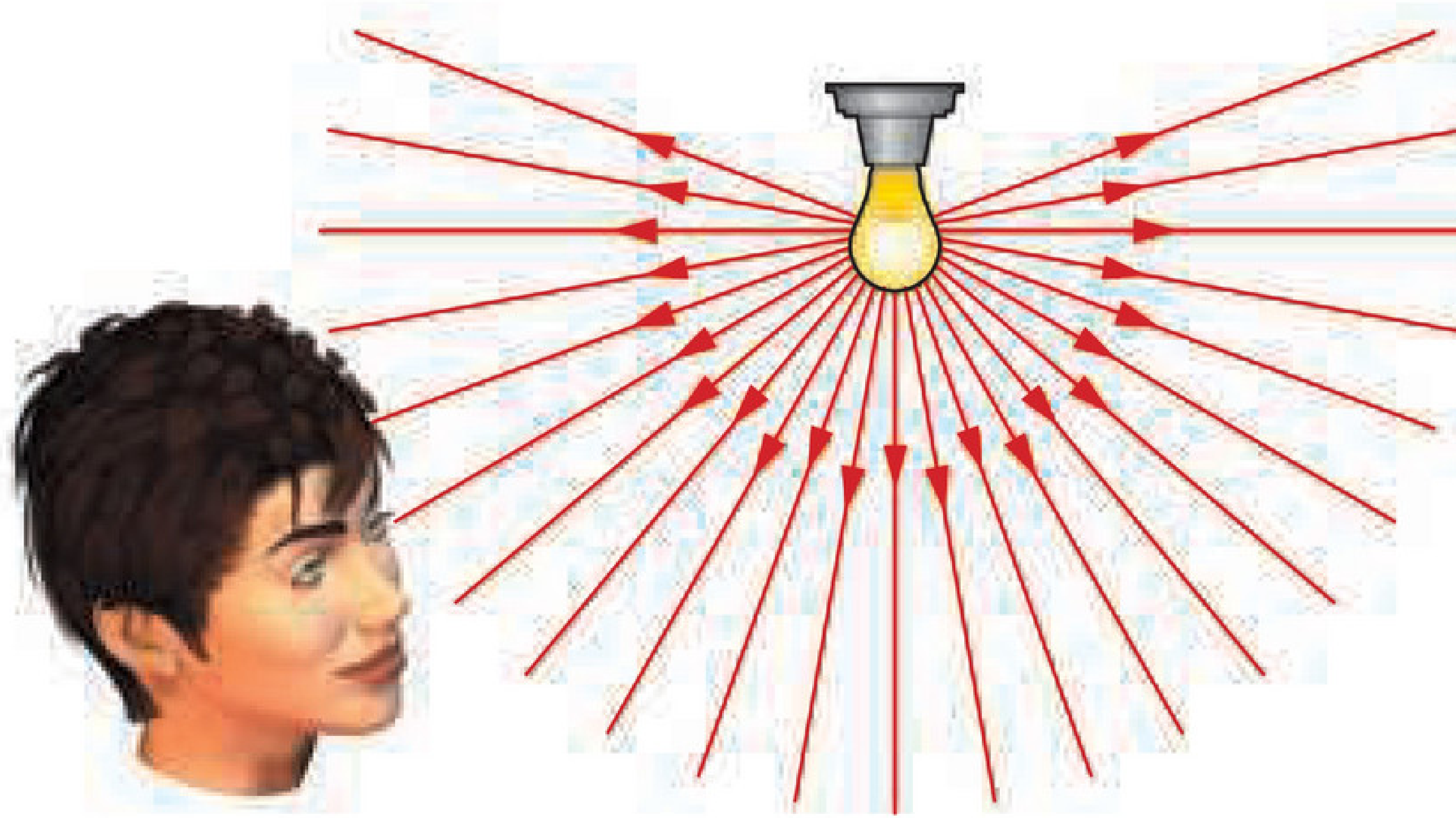






afbeelding 1 Voorbeelden van kunstmatige lichtbronnen.

Als een lamp brandt, straalt hij licht uit. Het licht beweegt alle kanten op en gaat van de lamp af. Dat kun je aangeven door **lichtstralen** te tekenen (afbeelding 2).



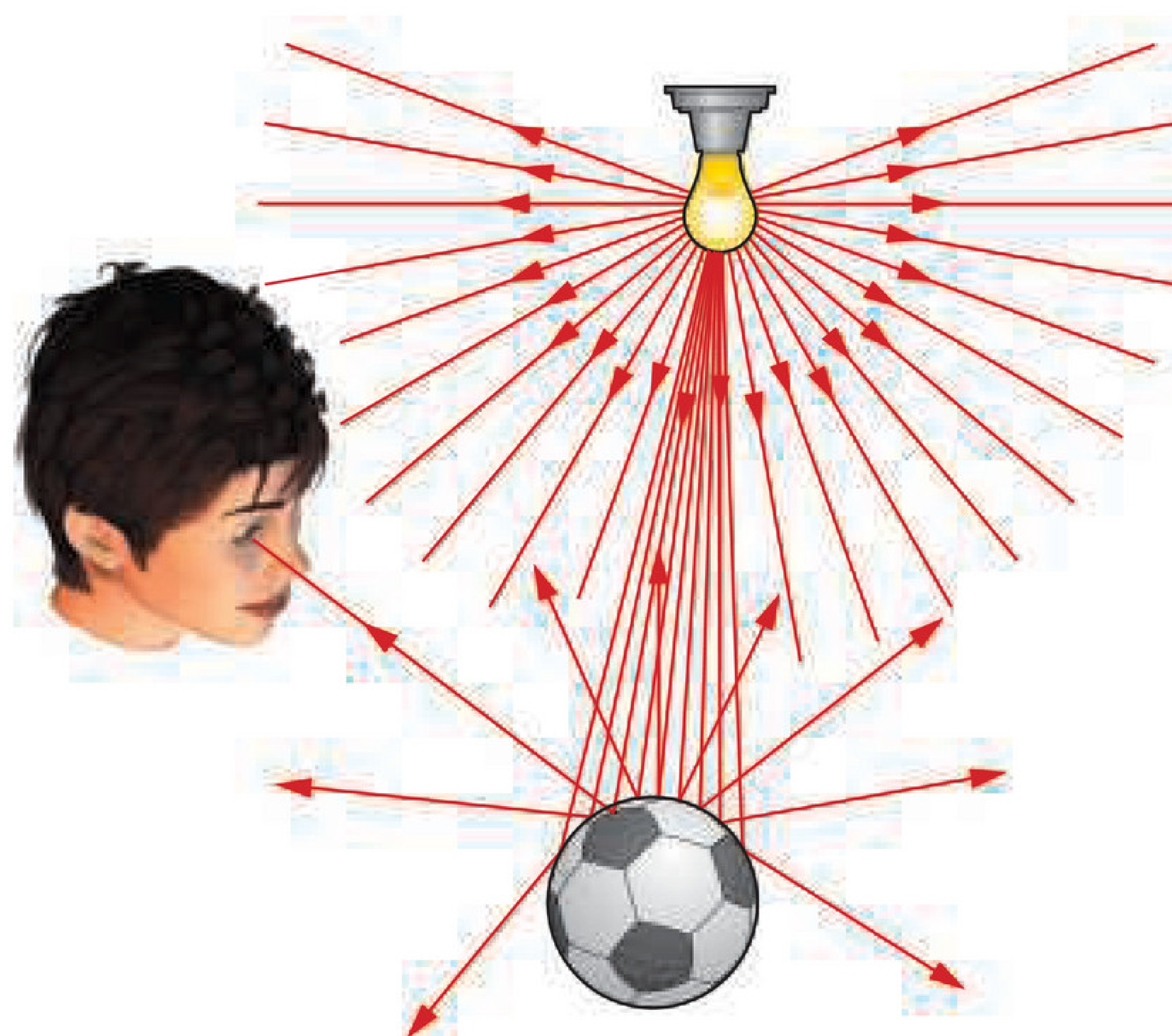
afbeelding 2 Je ziet de lamp als een deel van het licht in je ogen valt.

Die lichtstralen zijn recht, want licht beweegt langs rechte lijnen. Je ziet de lamp als een deel van dit licht in je ogen valt.

Hoe verder je bij de lamp vandaan gaat, des te zwakker wordt het licht. Dat zie je ook aan de lichtstralen: die bewegen steeds verder uit elkaar.

VOORWERPEN ZIEN DIE ZELF GEEN LICHT GEVEN

De meeste dingen om je heen geven zelf geen licht. Je kunt ze alleen zien wanneer ze verlicht worden. Het licht dat op het voorwerp valt, wordt dan in alle richtingen teruggekaatst. In de natuurkunde zeg je dan dat het licht **diffuus teruggekaatst** wordt (afbeelding 3). Je ziet het voorwerp als een deel van dit teruggekaatste licht in je ogen valt.



afbeelding 3 Je ziet de voetbal als een deel van het teruggekaatste licht in je ogen valt.

De maan geeft zelf geen licht. Je kunt de maan zien doordat die het licht van de zon terugkaatst. Wanneer de verlichte kant van de maan naar je toegekeerd is, zie je een volle maan. Maar als de donkere kant van de maan naar je toegekeerd is, zie je niets.

SCHADUWBEELDEN MAKEN

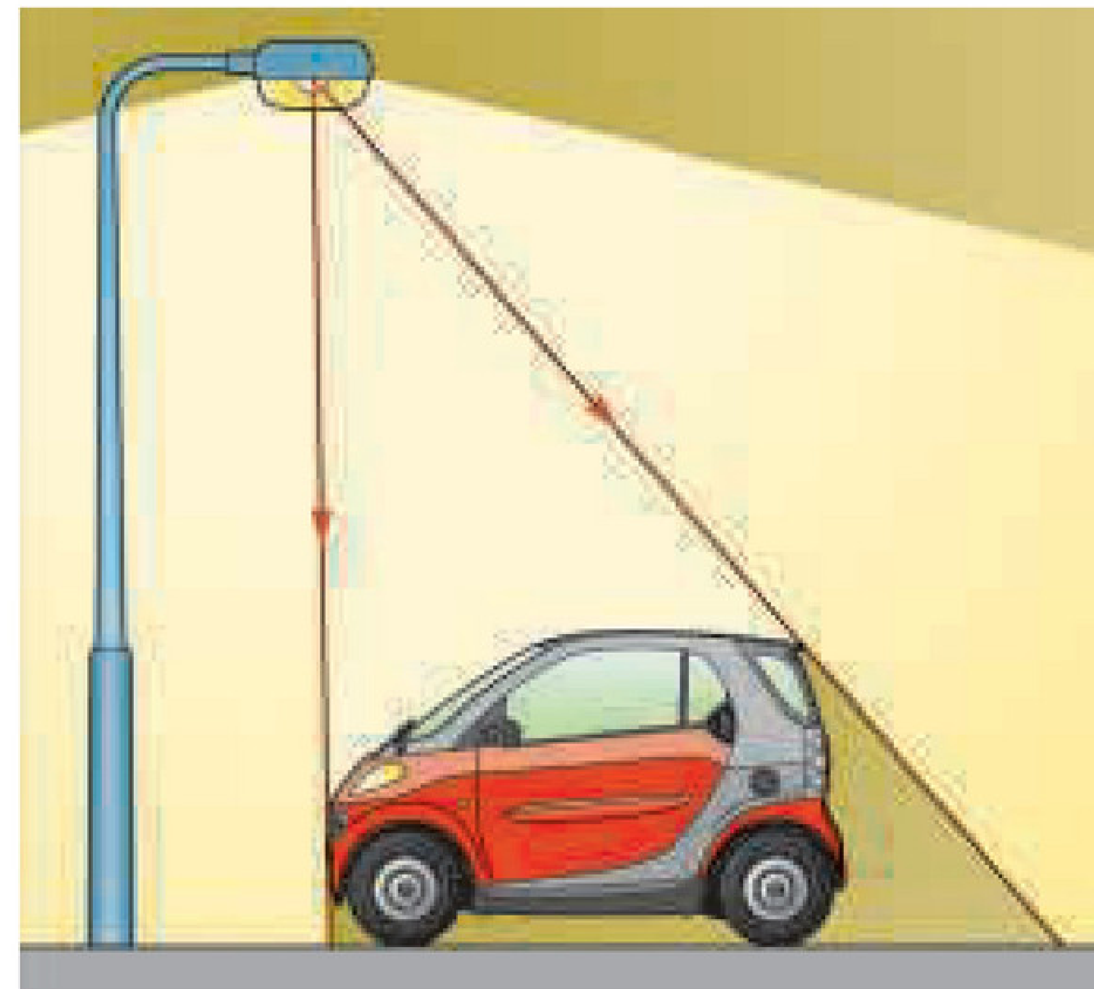
Als een voorwerp het licht van de lichtbron tegenhoudt, ontstaat er een **schaduw**. Dat is een gebied waar het licht niet rechtstreeks kan komen (afbeelding 4).

Omdat licht langs rechte lijnen beweegt, kun je op een eenvoudige manier de schaduw van een voorwerp tekenen (afbeelding 5).

1 Teken de lichtstralen die net niet door het voorwerp tegengehouden worden. Deze heten de **randstralen**.
2 Kleur het gebied achter het voorwerp dat tussen de twee randstralen in ligt. Dit is het gebied waar het licht niet rechtstreeks kan komen: het schaduwgebied.



afbeelding 4 Schaduw ontstaat als licht wordt tegengehouden.



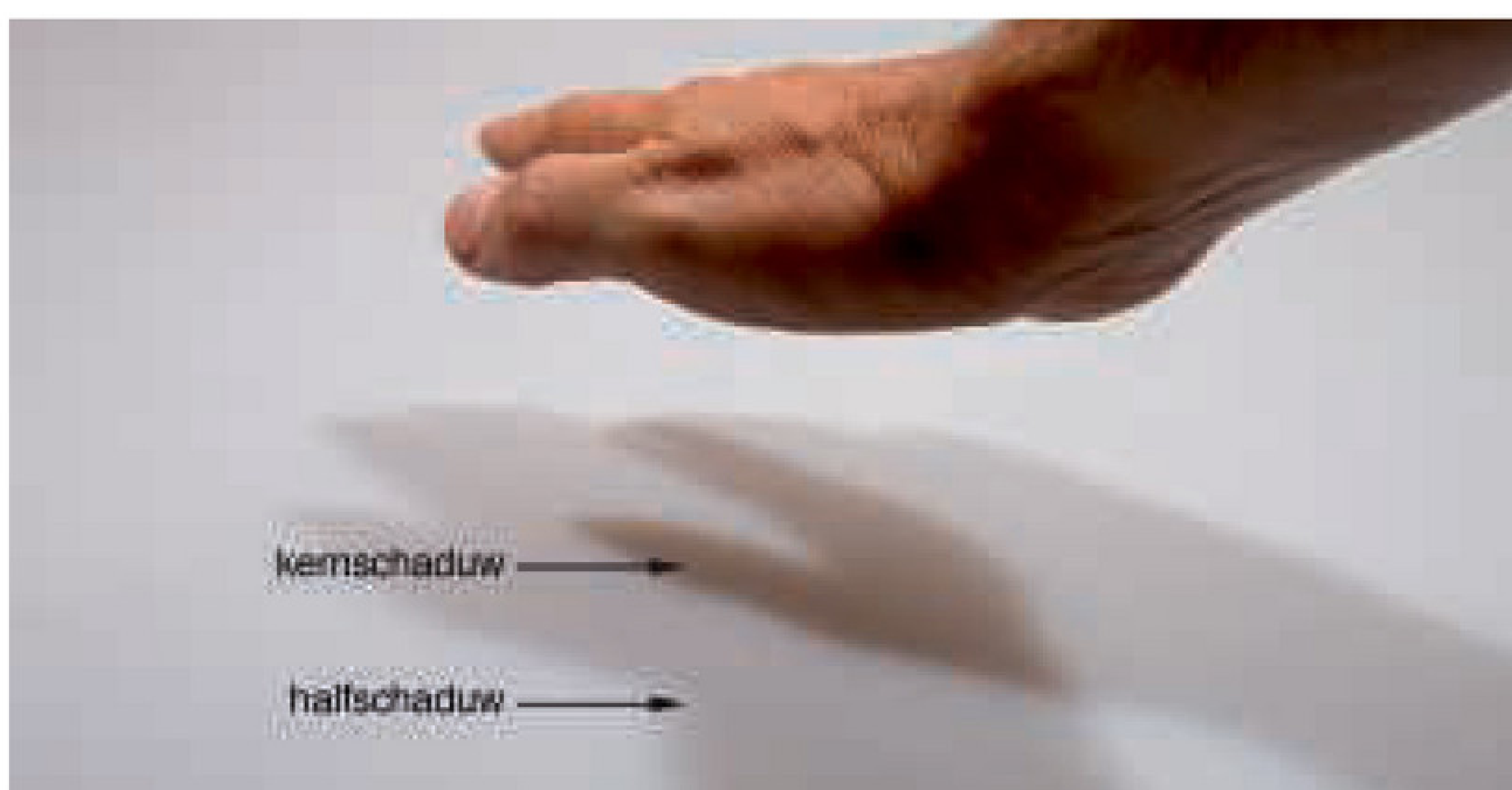
afbeelding 5 Zo teken je de schaduw van een voorwerp.

KERNSCHADUW EN HALFSCHADUW

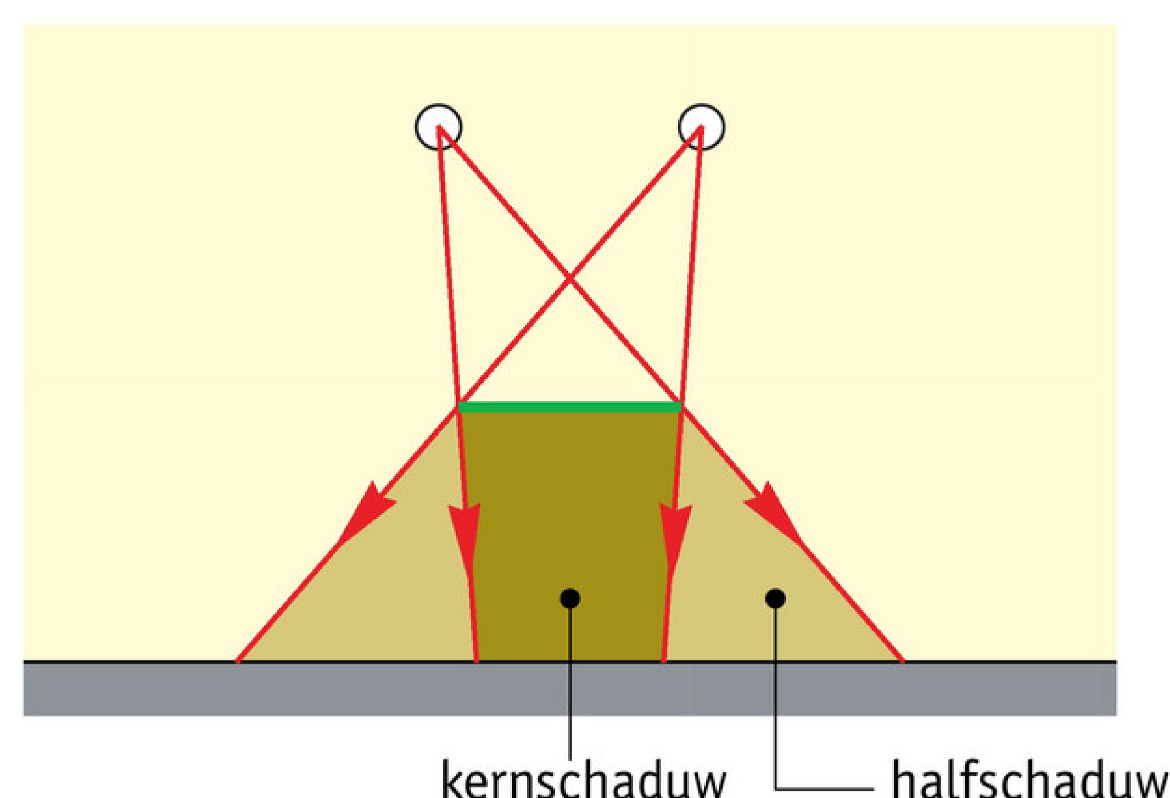
PROEF 1

Als een voorwerp door één klein lampje wordt verlicht, krijg je een duidelijk schaduwbeeld. De overgang van licht naar donker is scherp. Als een voorwerp door twee lampjes wordt verlicht, ontstaan er twee schaduwbeelden (afbeelding 6).

Op de plaats waar die beelden over elkaar heen vallen, is de schaduw het donkerst. Dit noem je de **kernschaduw**. Het licht van de twee lampjes kan hier niet komen.
Links en rechts van de kernschaduw zie je een lichtere **halfschaduw**. Hier kan het licht van het ene lampje wel komen, maar dat van het andere lampje niet. In afbeelding 7 zie je hoe dit werkt.



afbeelding 6 De schaduw van een hand die door twee lampjes wordt verlicht.



afbeelding 7 Zo ontstaan kernschaduw en halfschaduw.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS DIRECT EN INDIRECT ZONLICHT

Om een boek te lezen, heb je goed licht nodig. ’s Avonds kun je een lamp aandoen om voldoende licht te hebben. Overdag is er meestal genoeg licht van de zon. Het meisje in afbeelding 8a leest haar boek in direct licht van de zon. Dat betekent dat het licht rechtstreeks van de lichtbron naar het boek beweegt.

In afbeelding 8b schijnt het zonlicht niet rechtstreeks op het boek, maar op de witte muur achter de jongen. De muur weerkaatst het zonlicht in alle richtingen. Een deel van het weerkaatste licht valt op het boek. De jongen gebruikt nu indirect licht om zijn boek te lezen. De muur lijkt een groot lichtgevend vlak en is een indirecte lichtbron.

Bij direct licht zijn er felle lichtplekken en donkere schaduwen. Direct licht wordt daarom ‘hard’ licht genoemd. Hard licht is vaak onrustig voor je ogen. Bij indirect licht is er minder verschil tussen licht en schaduw. Hierdoor wordt een ruimte ‘zacht’ en gelijkmatig verlicht.

afbeelding 8 Licht van de zon.



a direct licht



b indirect licht

LEERSTOF

1 Licht komt van een ....

2 Lichtstralen bewegen:

- ○ A golvend.
- ○ B naar de lichtbron toe.
- ○ C recht.
- ○ D soms golvend, soms recht.

3 Een voorwerp dat zelf geen licht geeft, kun je:

- ○ A alleen zien in fel zonlicht.
- ○ B altijd zien.
- ○ C nooit zien.
- ○ D zien als er licht op valt.

4 Om een voorwerp te kunnen zien, moet het:

- ○ A licht geven.
- ○ B licht opnemen.
- ○ C licht terugkaatsen.
- ○ D vlak bij je ogen zijn.

5 Is de uitspraak waar of onwaar?

De maan is een natuurlijke lichtbron. *waar / onwaar*

Als een voorwerp licht diffuus terugkaatst, gaat het licht alle kanten op. *waar / onwaar*

6 Is de uitspraak waar of onwaar?

- Een schaduw is een gebied waar het licht niet rechtstreeks kan komen. *waar / onwaar*
- Schaduwen ontstaan als het licht van een lichtbron wordt tegengehouden. *waar / onwaar*

7 Om de schaduw van een voorwerp te tekenen, moet je twee bijzondere lichtstralen tekenen.

a Hoe noem je die lichtstralen?

....

b Deze stralen worden *net wel* / *net niet* door het voorwerp tegengehouden.

8 Vul in.

a Voorwerpen die zelf licht geven, noem je ....

b Licht beweegt langs .... lijnen.

c Als licht van een lichtbron wordt tegengehouden, ontstaat een ....

d Je krijgt één duidelijk schaduwbeeld als een voorwerp wordt verlicht door ....

e Je krijgt twee schaduwbeelden als een voorwerp wordt verlicht door ....

TOEPASSING

9 Zijn de lichtbronnen in afbeelding 9 kunstmatige of natuurlijke lichtbronnen?

a een bliksemschicht: *kunstmatige lichtbron / natuurlijke lichtbron*

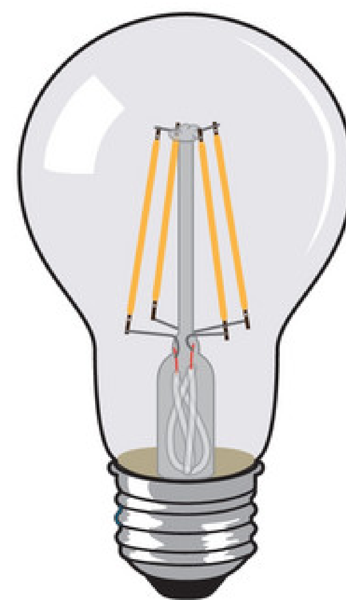
b een waxinelichtje: *kunstmatige lichtbron / natuurlijke lichtbron*

c een ledlamp: *kunstmatige lichtbron / natuurlijke lichtbron*

afbeelding 9 Drie lichtbronnen.


ⓐ


ⓑ


ⓒ

10 Een scooter die buiten staat, is geen lichtbron. Toch kun je hem zien.
Leg uit hoe dat kan.

....

....

11 Lisa loopt op een zonnige dag door een dichtbegroeid bos. Ze ziet geen schaduw van zichzelf op de grond.
Leg uit hoe dat komt.

....

....

....

12 In afbeelding 10 zie je twee poezen die naast een tafel zitten.

a Teken de schaduw van de tafel.

b Leg uit of poes A de lamp kan zien.

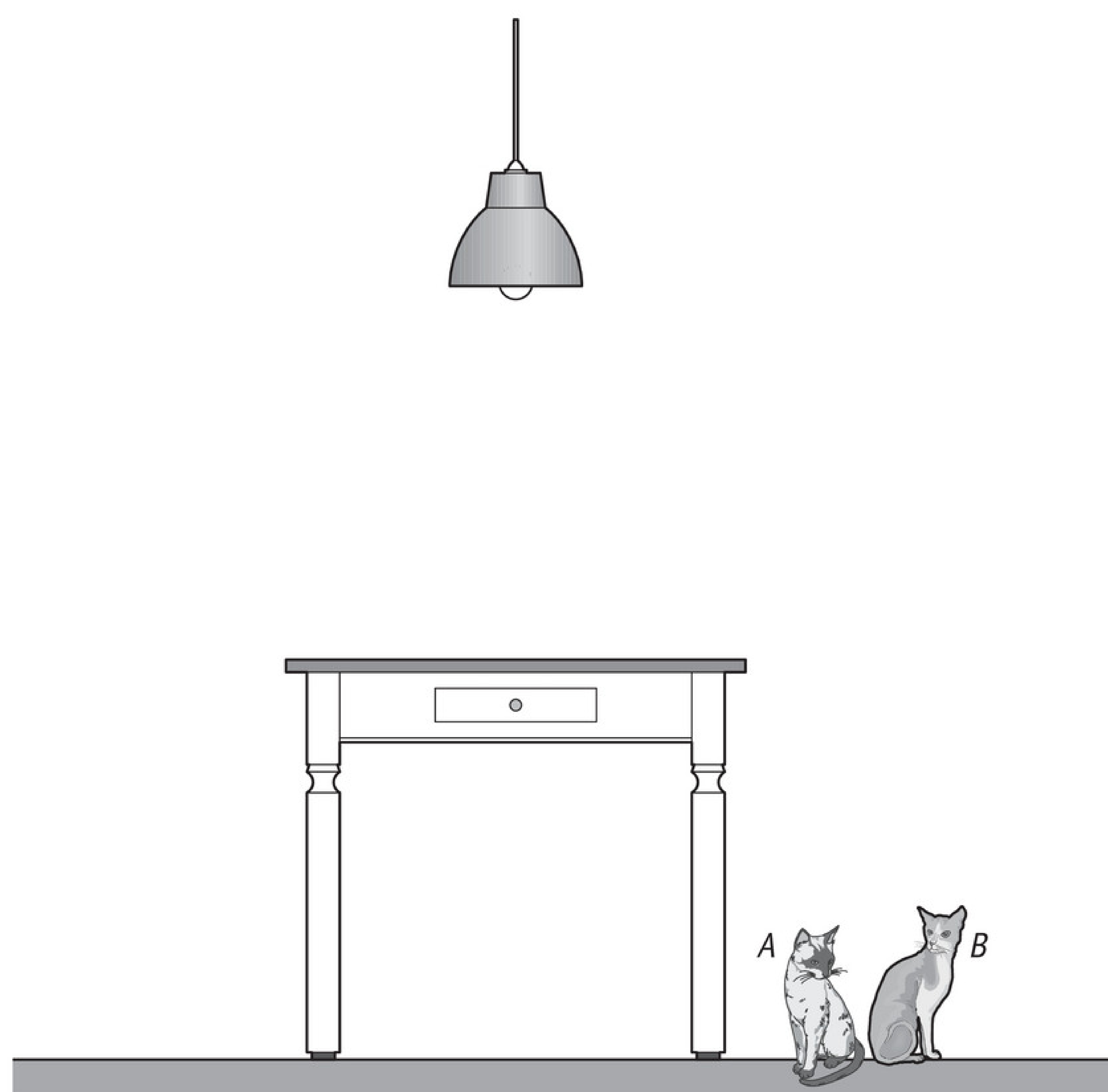
....

....

c Leg uit of poes B de lamp kan zien.

....

....

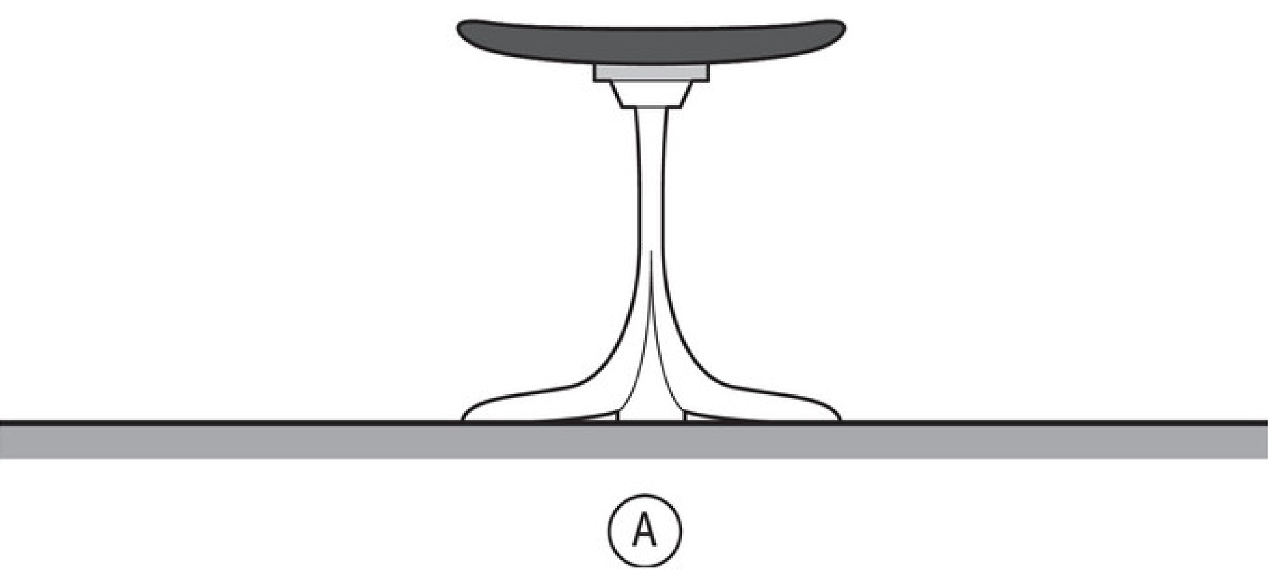


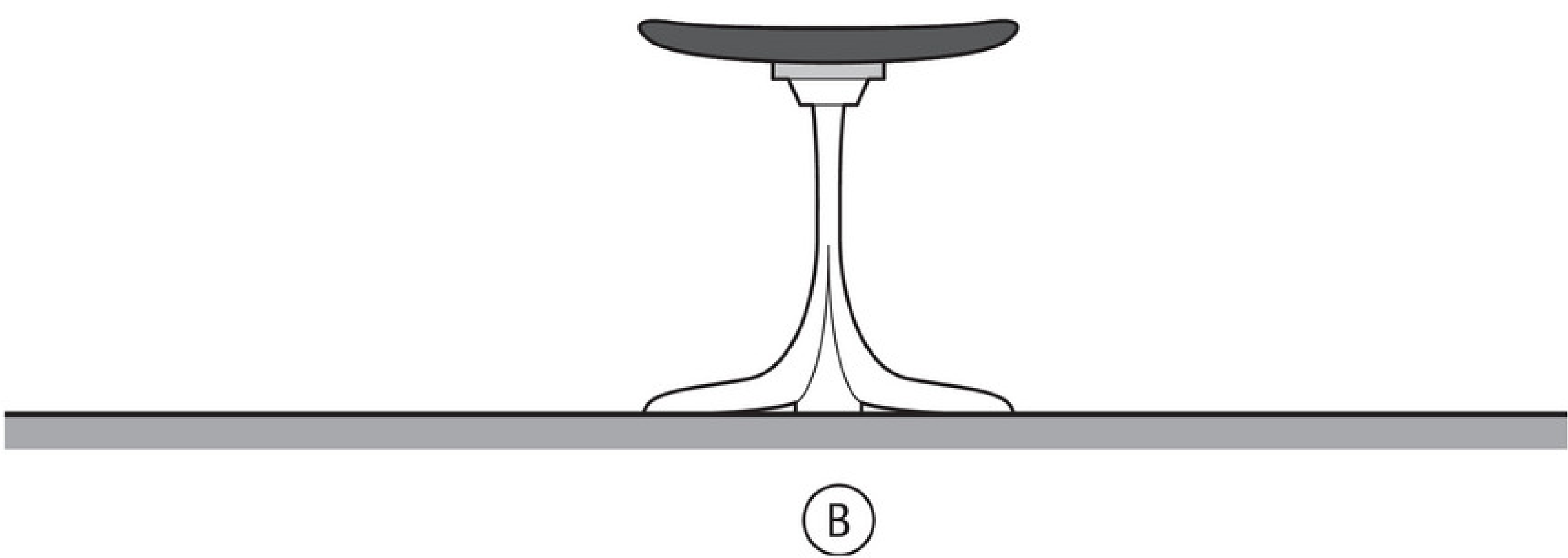
afbeelding 10 In het licht of in de schaduw?

13 Bekijk de twee krukjes in afbeelding 11.

a Teken de schaduw van krukje A.
b Teken de twee schaduwen van krukje B.
c Geef in je tekening aan wat de kernschaduw is en wat de halfschaduw is.





afbeelding 11 Hoe zien de schaduwen eruit?

14 In een hockeystadion staan vier grote lichtmasten, één op elke hoek van het stadion.

a Hoeveel schaduwen heeft elke hockeyer als de lichtmasten branden?
1 / 2 / 3 / 4 / 6 / 8
b Waarom kan er nu geen kernschaduw ontstaan?

....

....

★ 15 Ingrid loopt ’s avonds langs een straatlantaarn. Haar schaduw is in afbeelding 12 vier keer getekend.

a Geef bij elke schaduw aan (met een dunne lijn) uit welke richting het licht komt.

b Geef met een dikke stip aan waar de lamp van de straatlantaarn is.



afbeelding 12 Waar staat de straatlantaarn?

★ 16 Het werkblad van een keuken moet goed verlicht zijn.
Milan zegt: “Het is beter als er vijf lampjes naast elkaar boven het werkblad zijn dan één lamp in het midden. Zelfs als die ene lamp evenveel licht geeft.”
Leg uit waarom Milan gelijk heeft.

....

....

....

....

....

....

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS DIRECT EN INDIRECT LICHT

17

a Wanneer zeg je dat een lamp 'direct licht' geeft?

....

b Wat voor soort licht krijg je als je een lamp richt op een witte muur of een wit plafond?
direct licht / indirect licht

c Hoe komt het dat mensen dit soort licht prettiger vinden?

....

18

In afbeelding 13 zie je twee portretfoto's. De fotograaf heeft bij beide foto's gebruikgemaakt van flitslicht.

a In welke portretfoto is erg 'hard' licht gebruikt?

....

b Waaraan zie je dat het licht in deze foto 'hard' is?

....

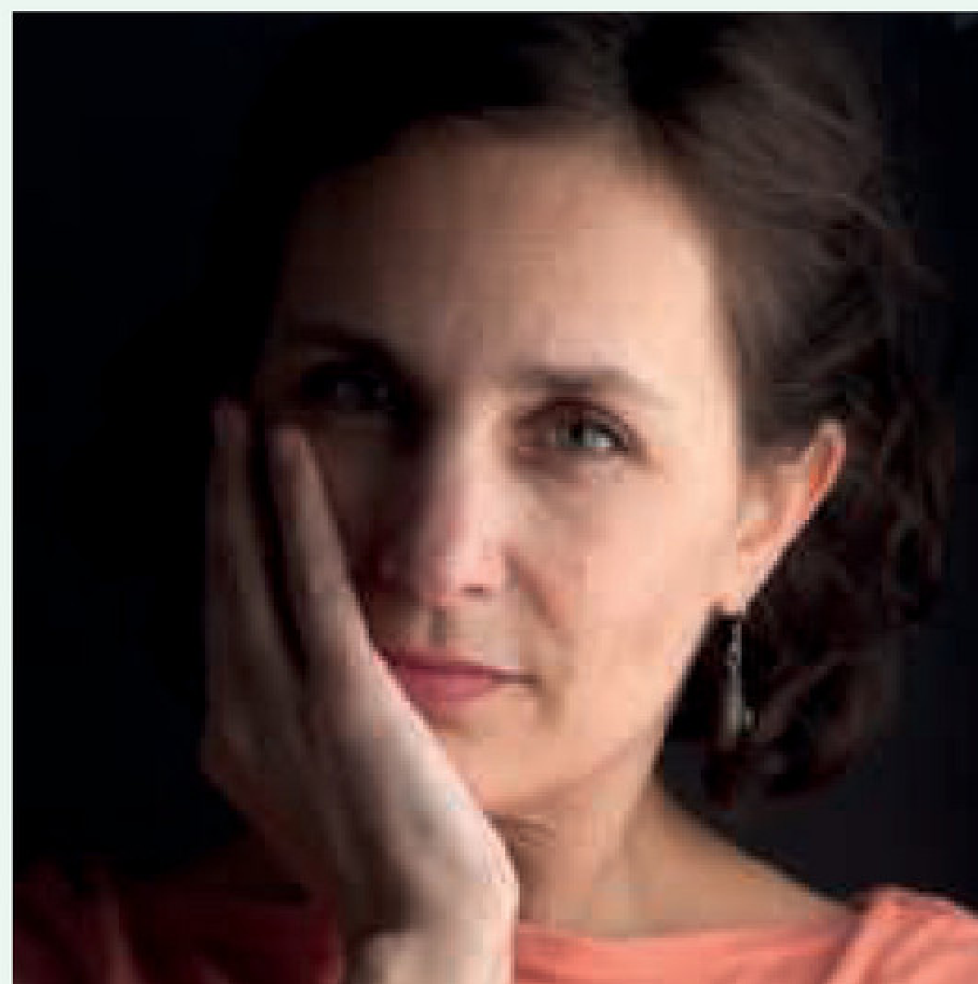
c Waaraan zie je dat het licht in de andere foto 'zacht' is?

....

d Fotografen richten de flitser soms op het plafond. Wat voor soort licht valt er dan op de persoon die wordt gefotografeerd?
direct licht / indirect licht

afbeelding 13 Twee foto's met flitslicht.





2 Spiegelbeelden

LEERDOELEN

6.2.1 Je kunt uitleggen dat een spiegelbeeld op één belangrijk punt verschilt van de wereld voor de spiegel.
6.2.2 Je kunt de spiegelwet uitleggen met behulp van een tekening.
6.2.3 Je kunt tekenen hoe een lichtstraal door een spiegel teruggekaatst wordt.
6.2.4 Je kunt met de spiegelwet verklaren hoe spiegelbeelden ontstaan.
PLUS 6.2.5 Je kunt uitleggen dat bij alle soorten oppervlakken de spiegelwet geldt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	6.2.1	6.2.2	6.2.3	6.2.4	6.2.5
Onthouden	1, 2	3, 4, 5	6		
Begrijpen	8a		11b, 13b		14a
Toepassen	7, 8b		9ab, 10b, 11ac, 13a	12ab	15
Analyseren			10a		14b

Als zonlicht op een vel wit papier of op een spiegel valt, wordt het teruggekaatst. Bij het vel papier is die terugkaatsing diffuus: het weerkaatste zonlicht beweegt alle kanten op. Bij een spiegel wordt het licht juist heel gericht – spiegelend – teruggekaatst.

SPIEGELBEELDEN BEKIJKEN

PROEF 2

In een spiegel zie je een levensecht beeld van je eigen wereld. Het **spiegelbeeld** heeft zelfs diepte: het lijkt echt achter de spiegel te liggen. Kijk maar eens naar je hand als je een spiegel vasthoudt, en dan naar het beeld van je gezicht. Je voelt dat je ogen zich steeds anders moeten instellen. Het spiegelbeeld is verder weg dan je hand.

De spiegelwereld verschilt op één belangrijk punt van de wereld voor de spiegel. Dat merk je meteen als je tekst bekijkt via een spiegel. Je ziet de tekst dan in spiegelschrift (afbeelding 1).



afbeelding 1 In het buitenland staat spiegelschrift op een ambulance. Als je de tekst bekijkt via een (achteruitkijk)spiegel, ziet hij er normaal uit.

DE SPIEGELWET

PROEF 3

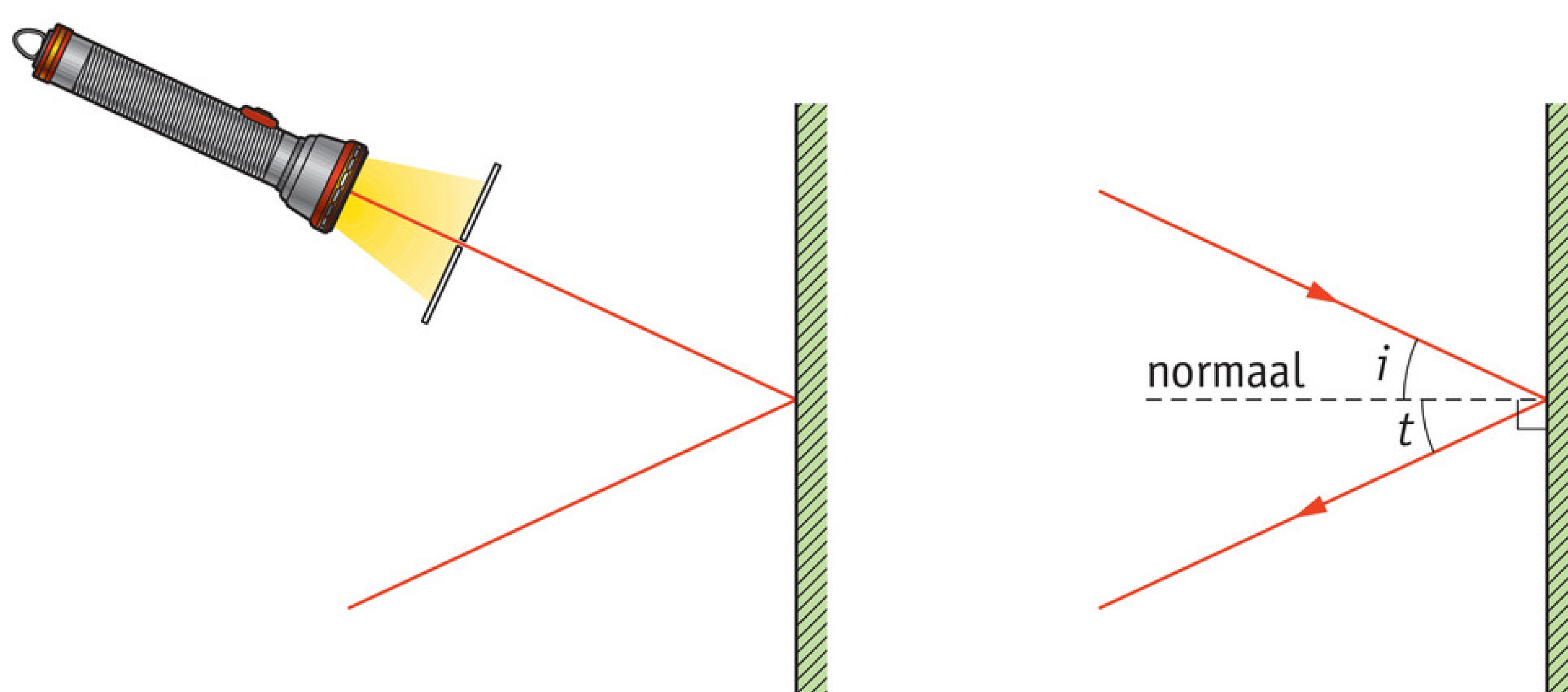
In afbeelding 2 zie je hoe een vlakke spiegel een smalle lichtbundel terugkaatst. Je kunt zo’n lichtbundel tekenen als één lichtstraal.

Op de plaats waar de lichtstraal de spiegel raakt, is een lijn getekend die loodrecht op de spiegel staat: de **normaal**. De hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal heet de **hoek van inval** ($\angle i$). De hoek tussen de teruggekaatste lichtstraal en de normaal heet de **hoek van terugkaatsing** ($\angle t$).

Bij terugkaatsing door een vlakke spiegel geldt altijd:

hoek van inval = hoek van terugkaatsing

Deze regel wordt de **spiegelwet** genoemd (afbeelding 2).

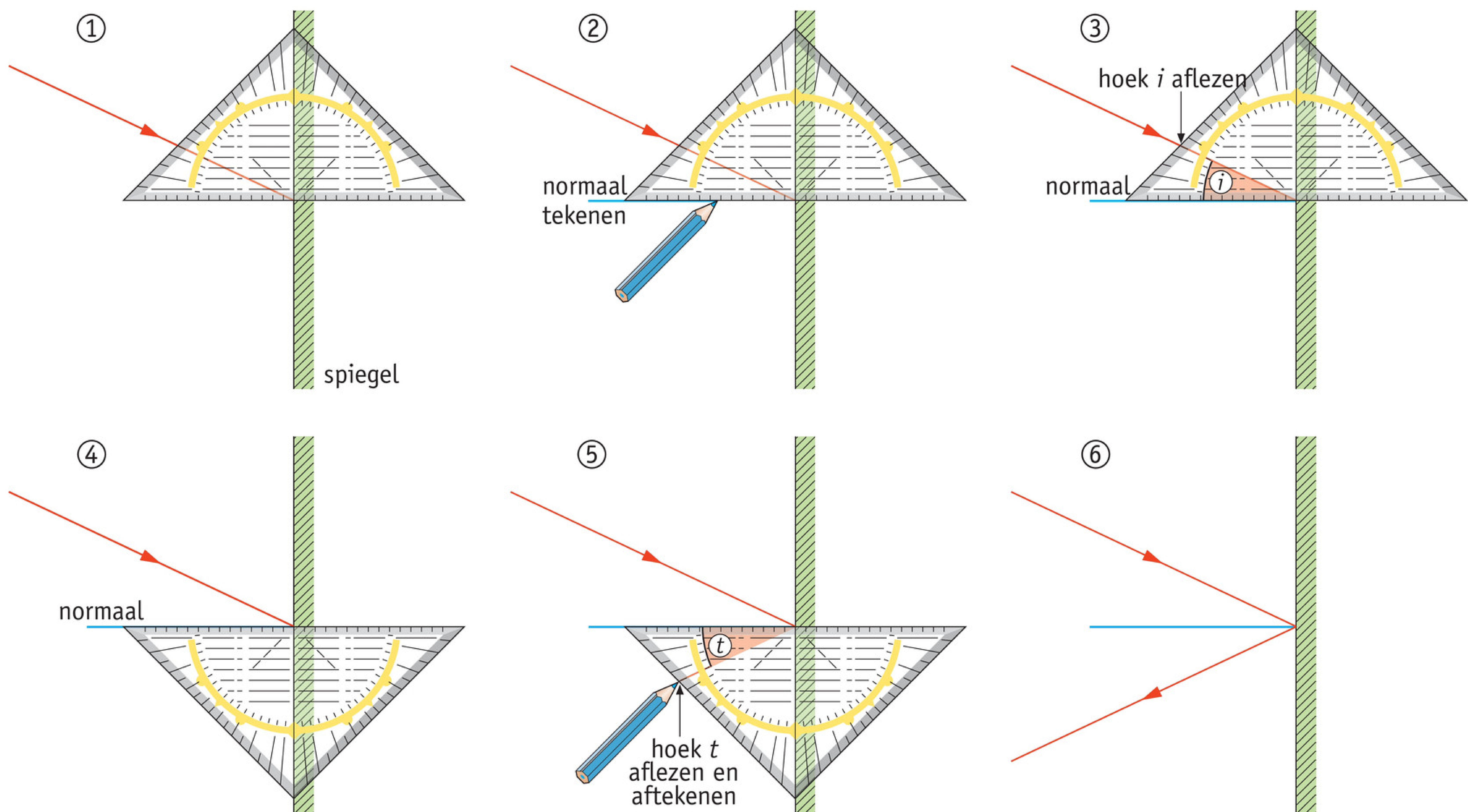


afbeelding 2 De spiegelwet: $\angle i = \angle t$.

DE TERUGGEKAATSTE LICHTSTRAAL TEKENEN

Met de spiegelwet kun je tekenen hoe een lichtstraal door de spiegel teruggekaatst wordt.

1 Leg je geodriehoek neer zoals in de tekening in afbeelding 3.
2 Teken de normaal. De normaal staat altijd loodrecht op het vlak van inval (de spiegel).
3 Lees de grootte van de hoek van inval af.
4 Leg je geodriehoek nu langs de andere kant van de normaal.
5 Geef de hoek van terugkaatsing aan.
6 Teken de teruggekaatste lichtstraal.

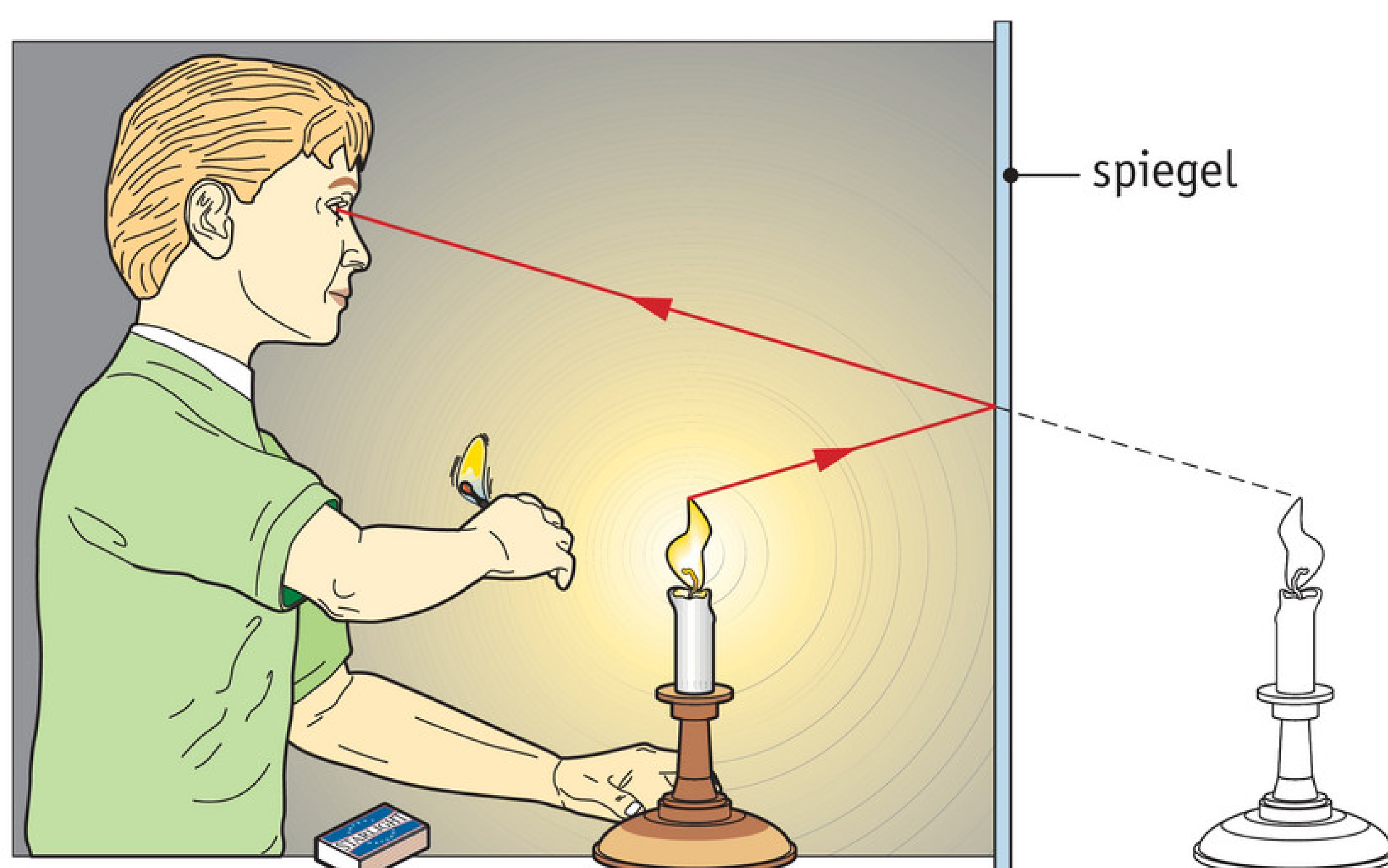


afbeelding 3 Zo kun je tekenen hoe een lichtstraal teruggekaatst wordt.

SPIEGELBEELDEN EN DE SPIEGELWET

PROEF 4

Met de spiegelwet kun je ook verklaren hoe spiegelbeelden ontstaan. Als je een brandende kaars voor een spiegel zet, valt er licht op de spiegel. Dit licht wordt door de spiegel teruggekaatst volgens de spiegelwet. Maar voor iemand die in de spiegel kijkt, lijkt het licht van achter de spiegel te komen (afbeelding 4).



afbeelding 4 Het spiegelbeeld van de kaars lijkt achter de spiegel te staan.

Doordat het licht van achter de spiegel lijkt te komen, zie je in de spiegel een tweede kaars. Natuurlijk is er in werkelijkheid geen kaars in de spiegel. Het beeld van de kaars is een **virtueel beeld**. De tweede kaars bestaat alleen in je gedachten.



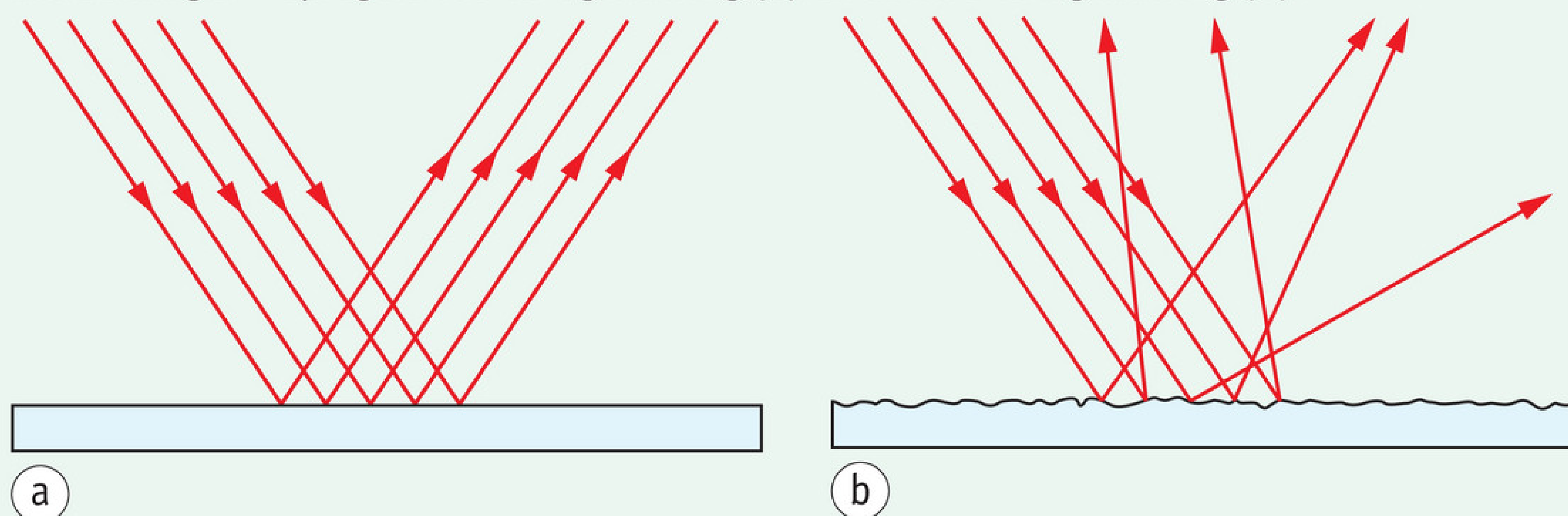
Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

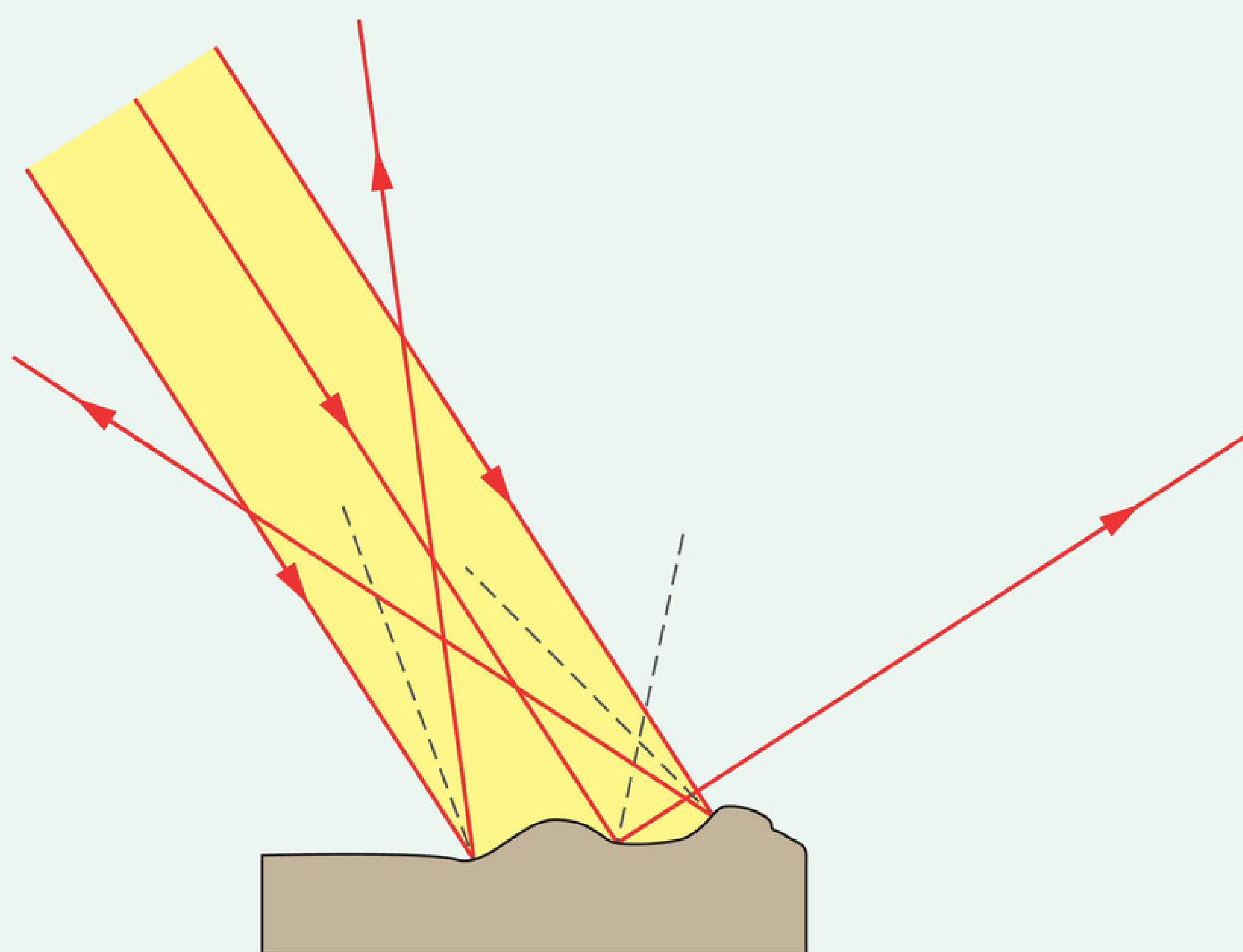
PLUS SPIEGELENDE EN DIFFUSE TERUGKAATSING

In afbeelding 5a zie je een lichtbundel die op een spiegel valt. De spiegel is zo glad dat hij alle lichtstralen onder dezelfde hoek terugkaatst. Voor iedere lichtstraal in de lichtbundel geldt dat de hoek van inval even groot is als de hoek van terugkaatsing. Een glad voorwerp kaatst een lichtbundel dus in zijn geheel terug. Dit noem je spiegelende terugkaatsing.

De lichtbundel in afbeelding 5b valt op een ruw oppervlak. Ook hier geldt voor iedere lichtstraal in de lichtbundel de spiegelwet (afbeelding 6). De hoek van inval is dus voor iedere lichtstraal gelijk aan de hoek van terugkaatsing. Maar door het ruwe oppervlak is de hoek van inval voor iedere lichtstraal anders. Daardoor zie je hier diffuse terugkaatsing.

afbeelding 5 Spiegelende terugkaatsing (a) en diffuse terugkaatsing (b).





afbeelding 6 Ook bij een ruw oppervlak geldt de spiegelwet.

LEERSTOF

1 Als je een spiegel vasthoudt:
- ○ A lijken je hand en je gezicht in de spiegel even ver weg.
- ○ B lijkt je gezicht in de spiegel verder weg dan je hand.
- ○ C lijkt je hand in de spiegel verder weg dan je gezicht.

2 Wat is het belangrijkste verschil tussen de spiegelwereld en de echte wereld?
- ○ A Boven en onder zijn omgewisseld.
- ○ B Boven en onder én links en rechts zijn omgewisseld.
- ○ C In de spiegelwereld zie je geen diepte.
- ○ D Links en rechts zijn omgewisseld.

3 Voor de spiegelwet moet je de hoek van inval weten.
Wat is de hoek van inval?

- ○ A de hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal
- ○ B de hoek tussen de invallende lichtstraal en de spiegel
- ○ C de hoek tussen de invallende lichtstraal en de teruggekaatste lichtstraal
- ○ D de hoek tussen de normaal en de spiegel

4 Vul in.

De hoek van .... is de hoek tussen de teruggekaatste lichtstraal

en de ....

5 Bij terugkaatsing door een spiegel geldt:

- ○ A de hoek van inval is gelijk aan de hoek van terugkaatsing.
- ○ B de hoek van inval is groter dan de hoek van terugkaatsing.
- ○ C de hoek van inval is kleiner dan de hoek van terugkaatsing.

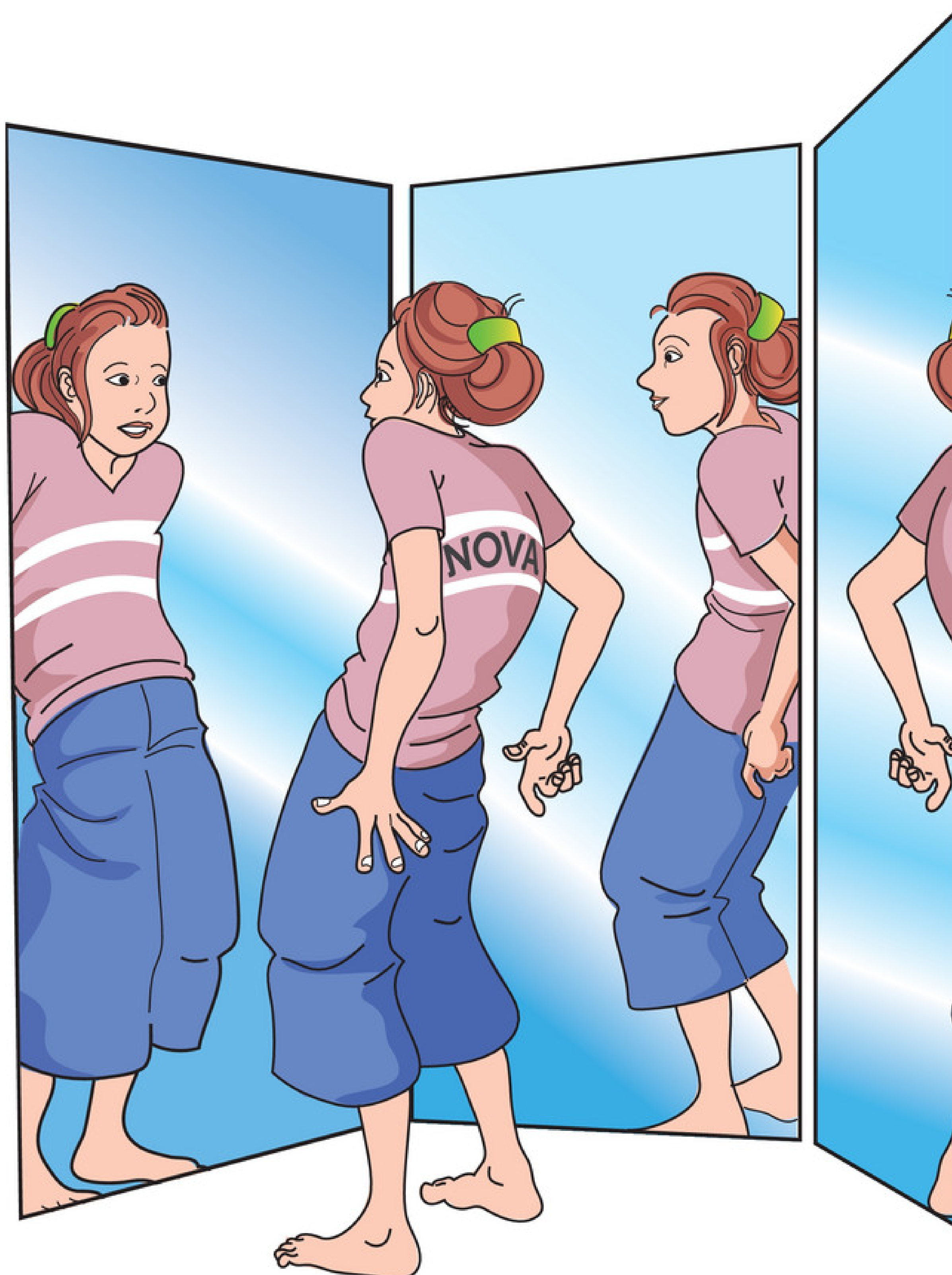
6 De normaal teken je loodrecht op:

- ○ A de hoek van inval en de hoek van terugkaatsing.
- ○ B de invallende lichtstraal uit de lichtbron.
- ○ C de plaats waar de invallende lichtstraal de spiegel raakt.

TOEPASSING

7 Op de voorkant van Sara's T-shirt staat dezelfde tekst als op de achterkant (afbeelding 7).
Teken hier hoe Sara de letters N O V A in de spiegel ziet.





afbeelding 7 Wat ziet Sara?

8 **a** De hoofdletter A ziet er in spiegelschrift hetzelfde uit als in normaal schrift. Schrijf nog vijf hoofdletters op die er in spiegelschrift hetzelfde uitzien als in normaal schrift.

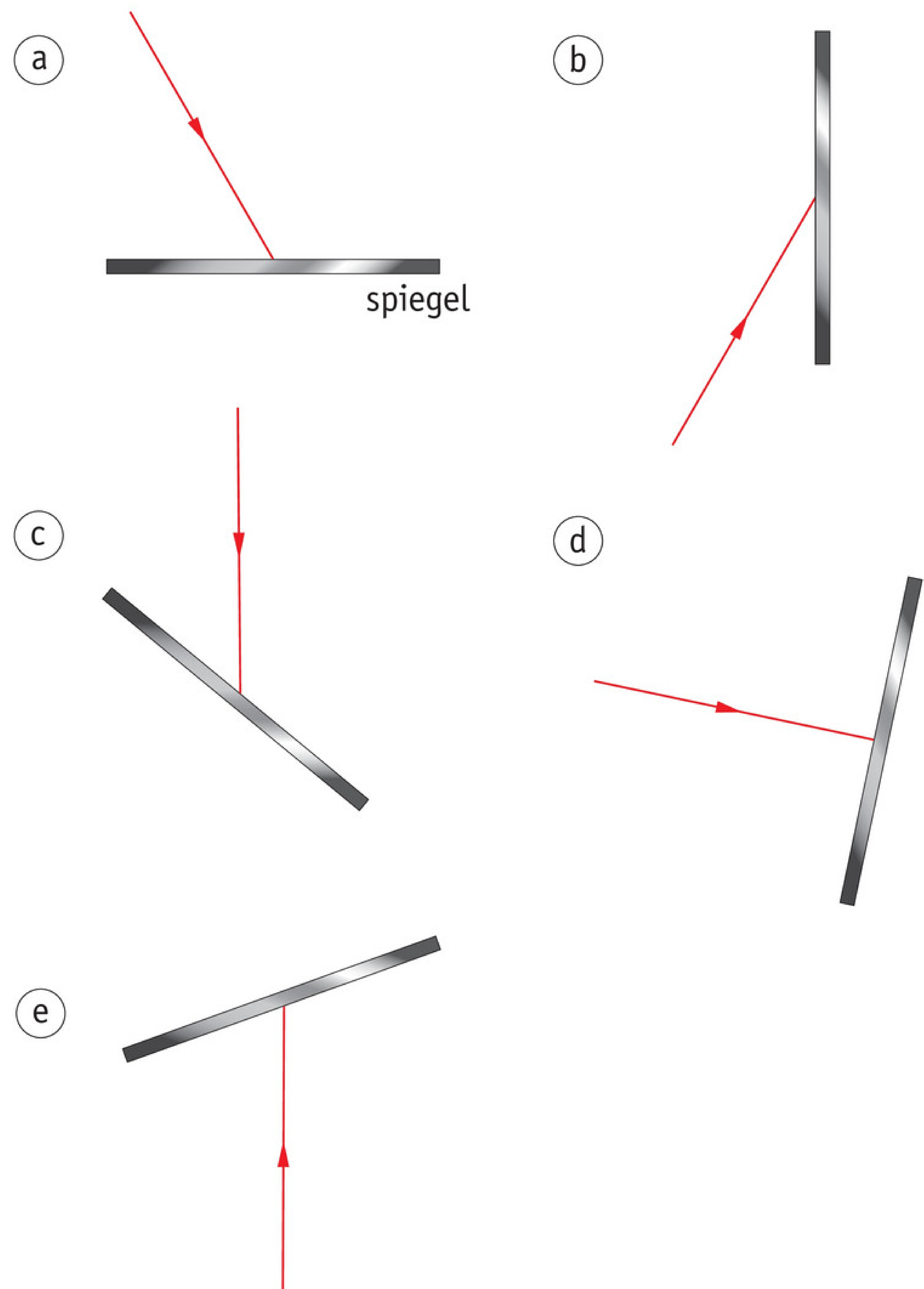
....

b Welk woord krijg je als je MOT spiegelt? ....

9 Teken in afbeelding 8a tot en met 8e:

a de normaal op de juiste plaats.

b de teruggekaatste lichtstraal.



afbeelding 8 Hoe wordt de lichtstraal teruggekaatst?

★ 10 De lichtbundel uit de zaklantaarn in afbeelding 9 valt op een spiegel.

a Teken hoe de lichtbundel wordt teruggekaatst.

b Kan de hond het weerkaatste licht zien?

....



afbeelding 9 Kan de hond het licht zien?

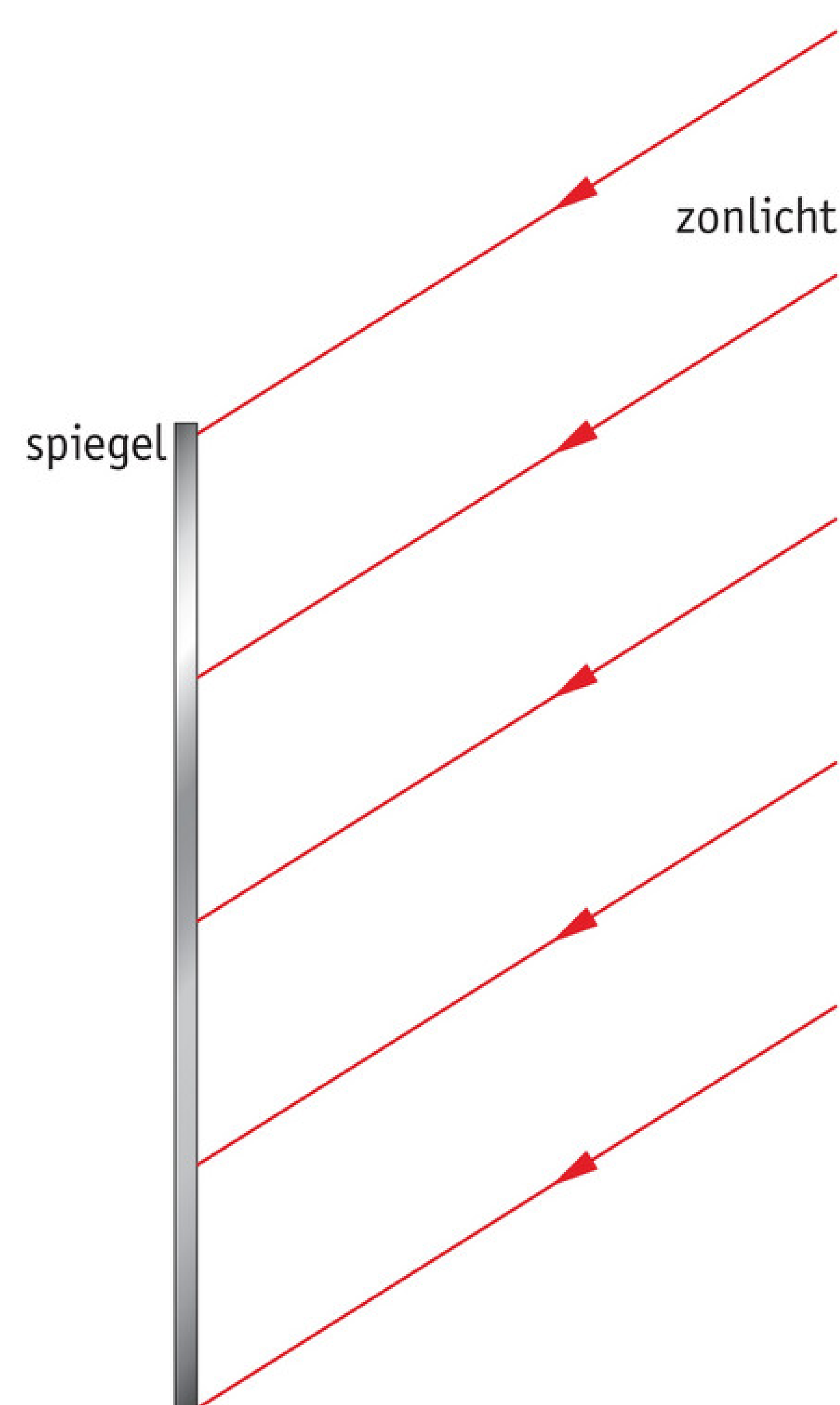
11 Op een spiegel valt een bundel zonlicht (afbeelding 10).

a Teken een normaal op de plaats waar één van de lichtstralen de spiegel raakt.

b Meet de hoek van inval. Let op dat je de juiste hoek meet!

De hoek van inval is .... graden.

c Teken hoe de bundel zonlicht teruggekaatst wordt.



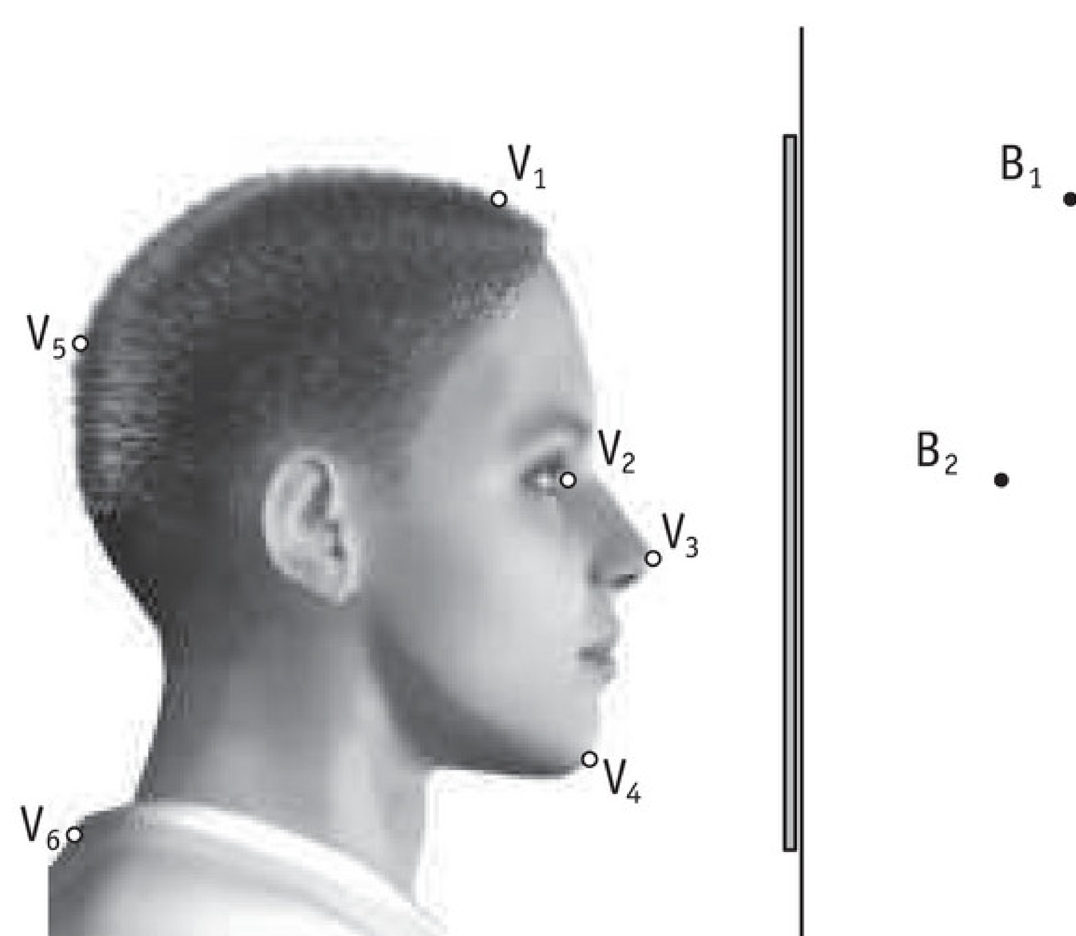
afbeelding 10 Zonlicht terugkaatsen.

★ 12 Hans bekijkt zichzelf in een spiegel (afbeelding 11). Van de voorwerppunten V_1 en V_2 zijn de bijbehorende beeldpunten (B_1 en B_2) getekend.

a Kijk goed naar de voorwerppunten (V_3 tot en met V_6). Teken aan de andere kant van de spiegel de beeldpunten:

- van het puntje van zijn neus (V_3).
- van zijn kin (V_4).
- van de achterkant van zijn hoofd (V_5).
- van de kraag (V_6).

b Schets daarna het spiegelbeeld van zijn complete gezicht.



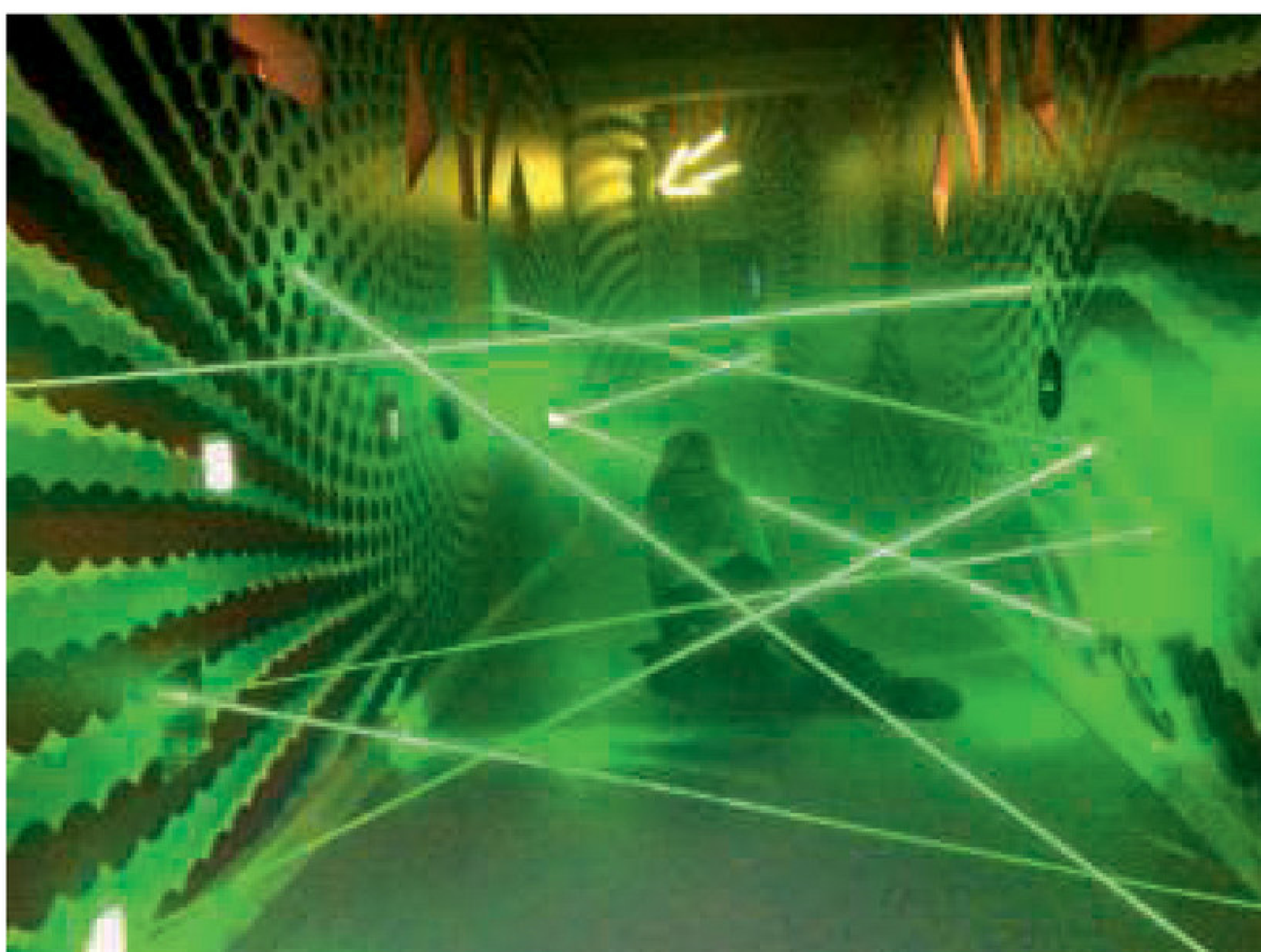
afbeelding 11 Hans bekijkt zichzelf in de spiegel.

★ 13 Robin probeert door een laserdoolhof heen te komen (afbeelding 12). De laserstraal wordt steeds weerkaatst door spiegeltjes. Het is de bedoeling dat Robin de laserstraal niet onderbreekt. Gebeurt dit wel, dan gaat een alarm af.
In afbeelding 13 zie je Robin van bovenaf in het laserdoolhof.

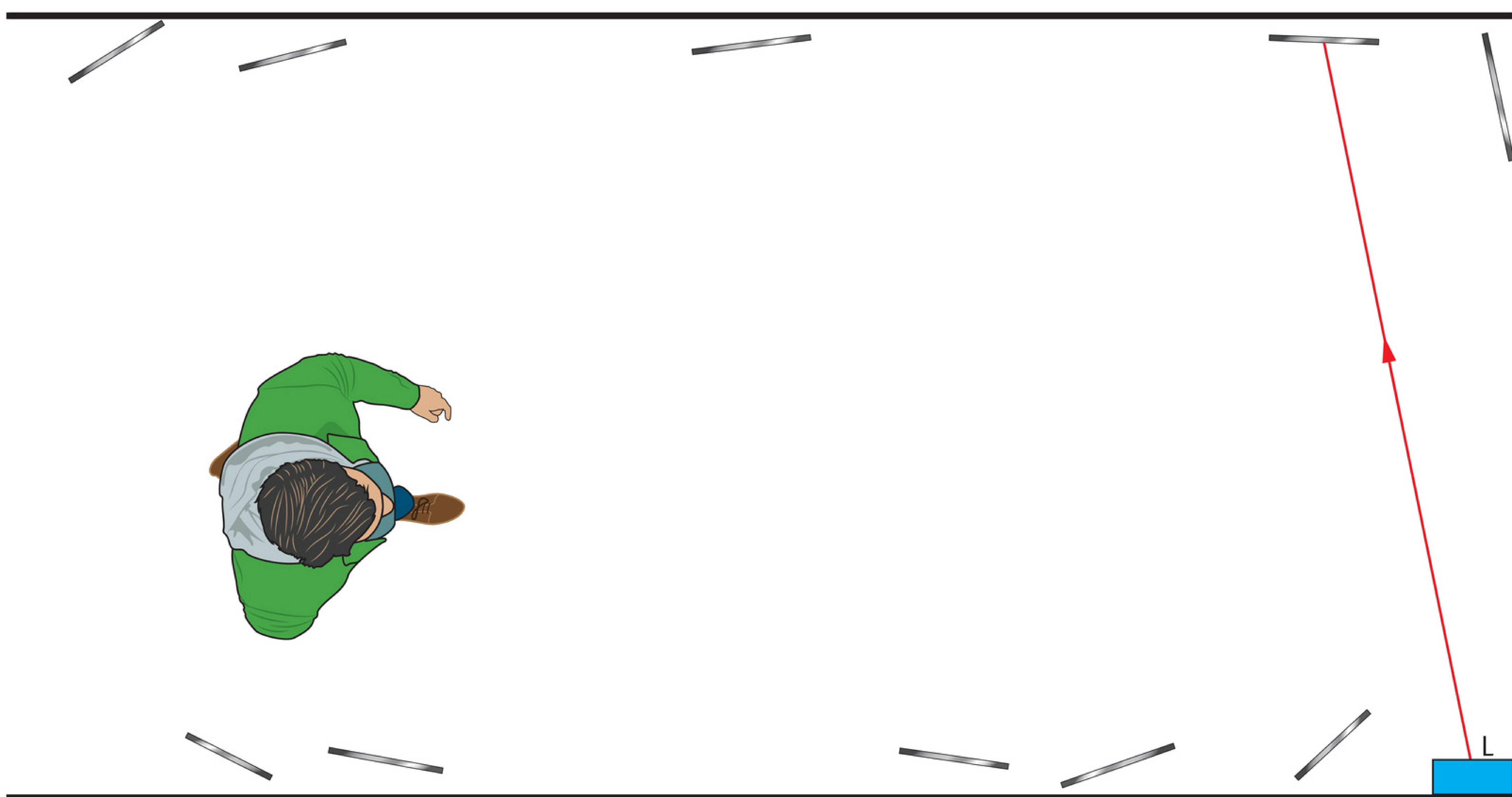
a Teken hoe de laserstraal verder gaat. De laserstraal begint in punt L.

b Gaat het alarm af?

....



afbeelding 12 Een laserdoolhof.



afbeelding 13 Gaat het alarm af?



Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS SPIEGELENDE EN DIFFUSE TERUGKAATSING

★ 14

Een vrouw zit in de trein en kijkt door een raam naar buiten (afbeelding 14).

a In het raam zie je *diffuse* / *spiegelende* terugkaatsing.

b Leg uit hoe het komt dat je de vrouw in het raam wazig ziet. Tip: kijk goed naar de zijkant van het raam.

....

....

....

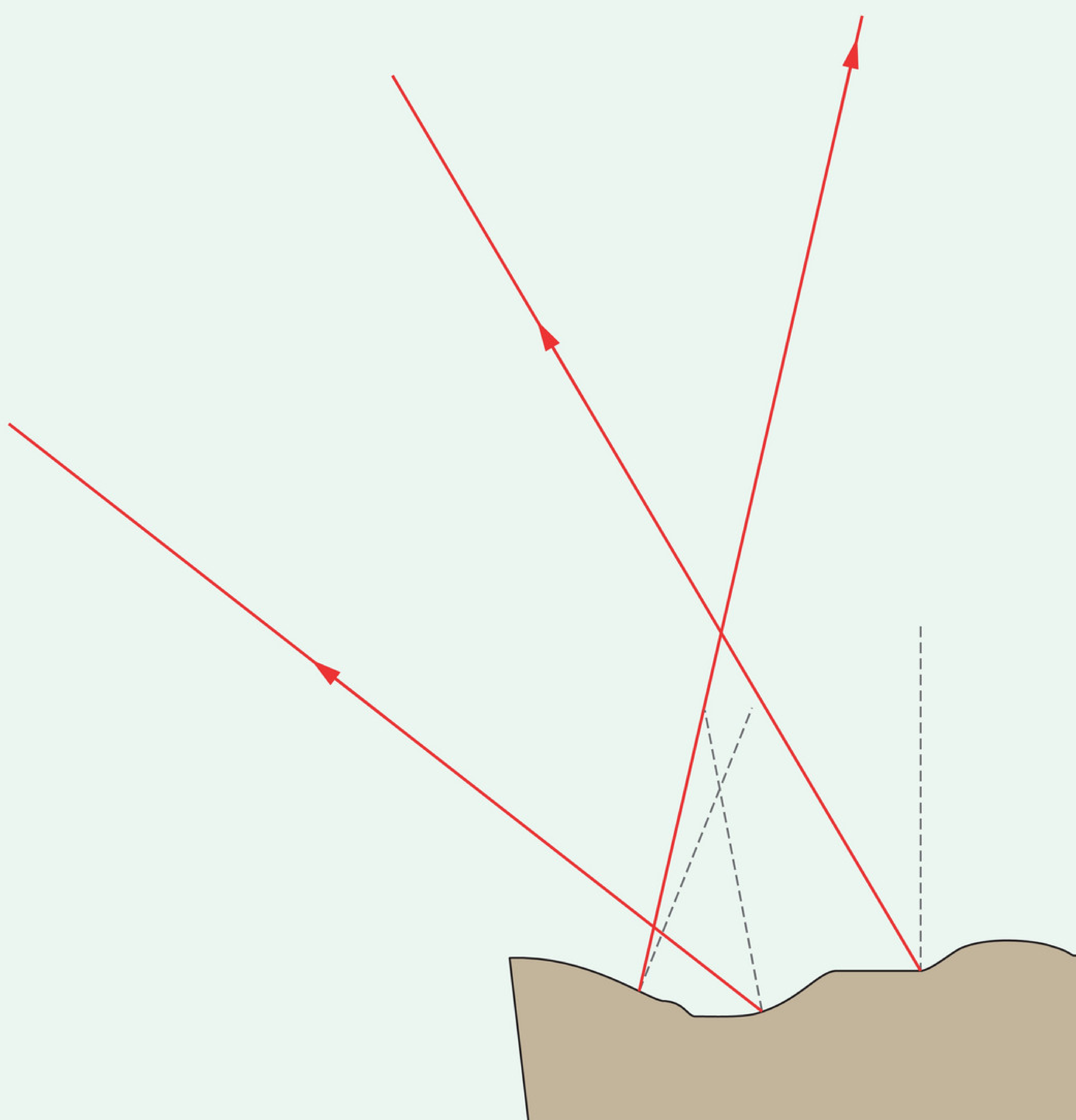


afbeelding 14 Spiegelende of diffuse terugkaatsing?

15

In afbeelding 15 zie je drie lichtstralen die van een ruw oppervlak terugkaatsen. Waar komt de lichtbundel vandaan die op het oppervlak schijnt?
Laat dit zien in de tekening:

- Teken de invallende lichtstralen.
- Kleur de lichtbundel.



afbeelding 15 Waar komt het licht vandaan?

3 Licht en kleur

LEERDOELEN

6.3.1 Je kunt uitleggen wat een spectrum is en hoe je een spectrum zichtbaar maakt.
6.3.2 Je kunt uitleggen wat je met een zakspectroscoop kunt onderzoeken.
6.3.3 Je kunt uitleggen hoe je een voorwerp met een bepaalde kleur ziet bij verschillende kleuren licht.
PLUS 6.3.4 Je kunt uitleggen hoe de kleuren op een tv-scherm gemaakt worden.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	6.3.1	6.3.2	6.3.3	6.3.4
Onthouden	4a, 5	1, 11a	2, 4b	13ab
Begrijpen	4c	10ab	3, 7ac, 8ac	15b
Toepassen	12		6, 7b, 8b, 9, 11b	14abc
Analyseren			11c	15a

Als het mistig is, zie je de zon soms als een helderwitte schijf door de mist tevoorschijn komen (afbeelding 1). Je kunt dan goed zien waarom zonlicht wit licht wordt genoemd. Als de mist optrekt, is het licht te fel om er recht tegenin te kijken.

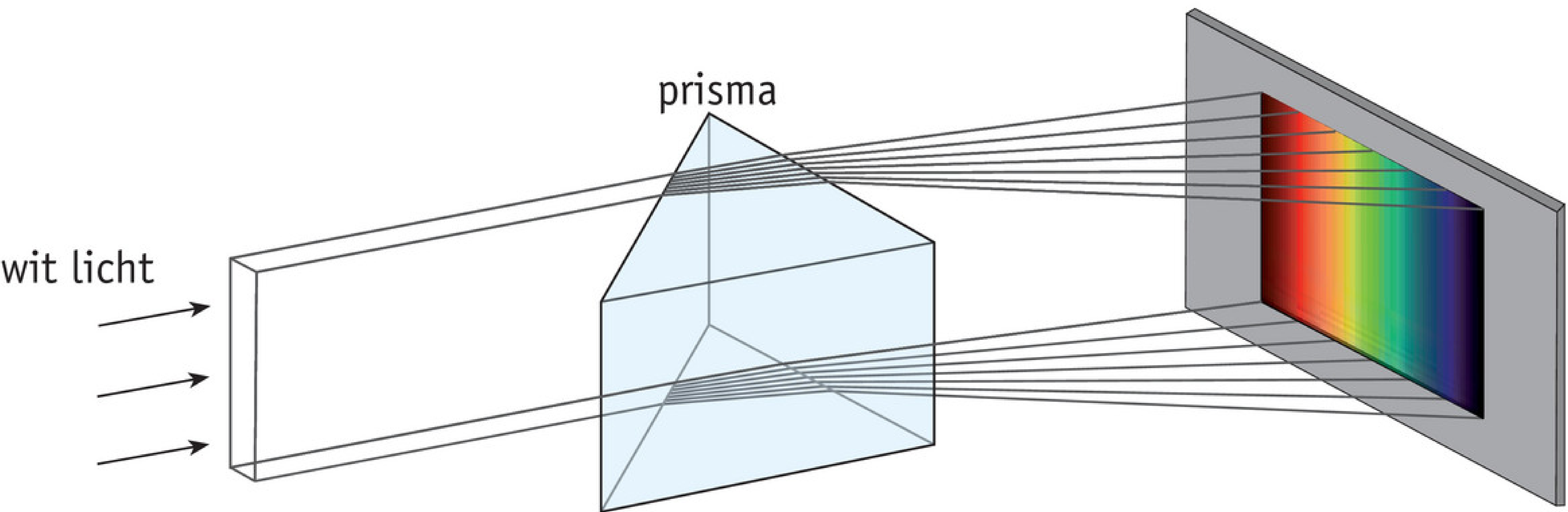


afbeelding 1 Bij mist zie je de zon als een witte schijf.

HET KLEURENSPECTRUM

Het witte zonlicht bestaat uit alle kleuren van de regenboog. Dat zie je als je zonlicht op een **prisma** laat vallen, zoals in de opstelling van afbeelding 2. Op het scherm is dan een reeks kleuren te zien: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Zo'n reeks kleuren wordt een **spectrum** genoemd.

Je kunt de verschillende kleuren licht ook weer samenvoegen. Je krijgt dan weer wit licht.



afbeelding 2 Een prisma splitst licht in alle kleuren van de regenboog.

DE ZAKSPECTROSCOOP

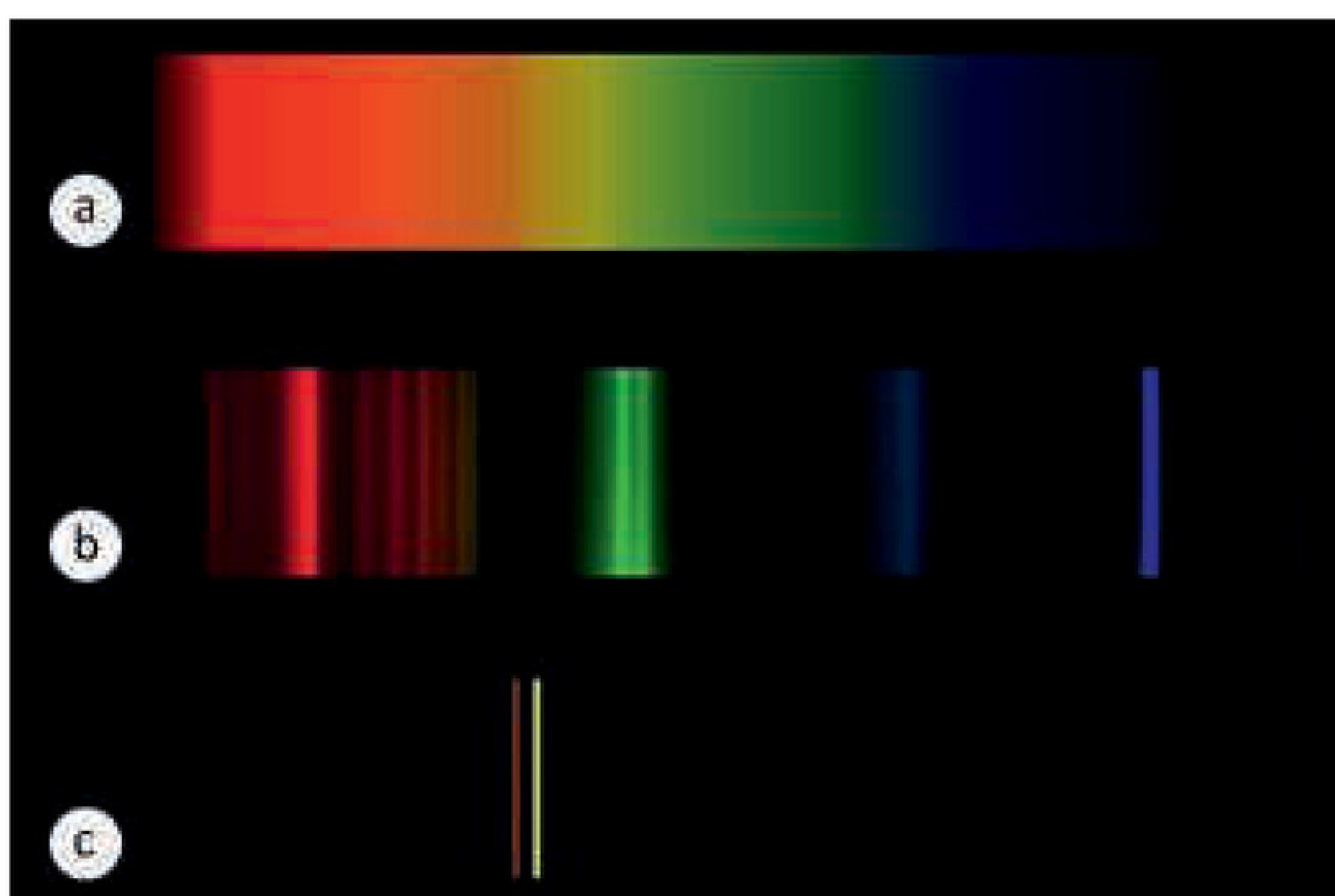
PROEF 5

Met een **zakspectroscoop** kun je de samenstelling van licht onderzoeken (afbeelding 3). Als je in de spectroscoop kijkt, zie je een spectrum van het licht van de lamp. Je kunt zo zien uit welke kleuren het licht bestaat.



afbeelding 3 Zo gebruik je een zakspectroscoop.

De meeste lampen geven licht dat uit verschillende kleuren bestaat (afbeelding 4). Normaal gesproken zie je die kleuren niet; je ziet alleen een mengkleur. In het licht van een halogeenlamp zitten bijvoorbeeld alle kleuren van de regenboog. Toch heeft het licht van een halogeenlamp geen duidelijke kleur – het is een beetje gelig.



afbeelding 4 Het spectrum van een halogeenlamp (a), een tl-buis (b) en een natriumlamp (c).

Het licht van halogeenlampen en tl-buizen lijkt veel op zonlicht: alle kleuren van de regenboog zitten erin. Toch zijn er verschillen. Het licht van een halogeenlamp bevat meer rood dan zonlicht. Daardoor vinden veel mensen het licht van een halogeenlamp ‘warm’. Het licht van een tl-buis bevat veel groen en violet licht en weinig rood. Veel mensen vinden het daarom ‘koud’ licht.

GEKLEURDE VOORWERPEN ZIEN

Overdag worden de dingen om je heen door de zon verlicht. Je ziet de wereld om je heen dan in kleur. Die kleuren ontstaan doordat veel voorwerpen maar een deel van het zonlicht terugkaatsen. Een gele trui weerkaatst vooral geel licht, een rode trui vooral rood licht, een blauwe trui vooral blauw licht enzovoort (afbeelding 5). Het licht dat niet wordt teruggekaatst, wordt **geabsorbeerd** (= opgenomen). Het licht wordt daarbij omgezet in warmte.



afbeelding 5 Je kleren weerkaatsen verschillende kleuren licht.

Bijna alle kleuren in de wereld om je heen zijn mengkleuren. Een gele trui bijvoorbeeld kaatst niet alleen geel licht terug, maar ook oranje en groen licht. Je ogen kunnen dit mengsel van kleuren niet onderscheiden van zuiver geel licht.

Witte voorwerpen kaatsen bijna al het zonlicht terug. Daarbij worden alle kleuren even sterk weerkaatst. In het weerkaatste licht vind je (net als in het zonlicht zelf) alle kleuren van de regenboog. Zwarte voorwerpen kaatsen maar weinig licht terug. Bijna al het zonlicht wordt geabsorbeerd, van welke kleur het ook is.

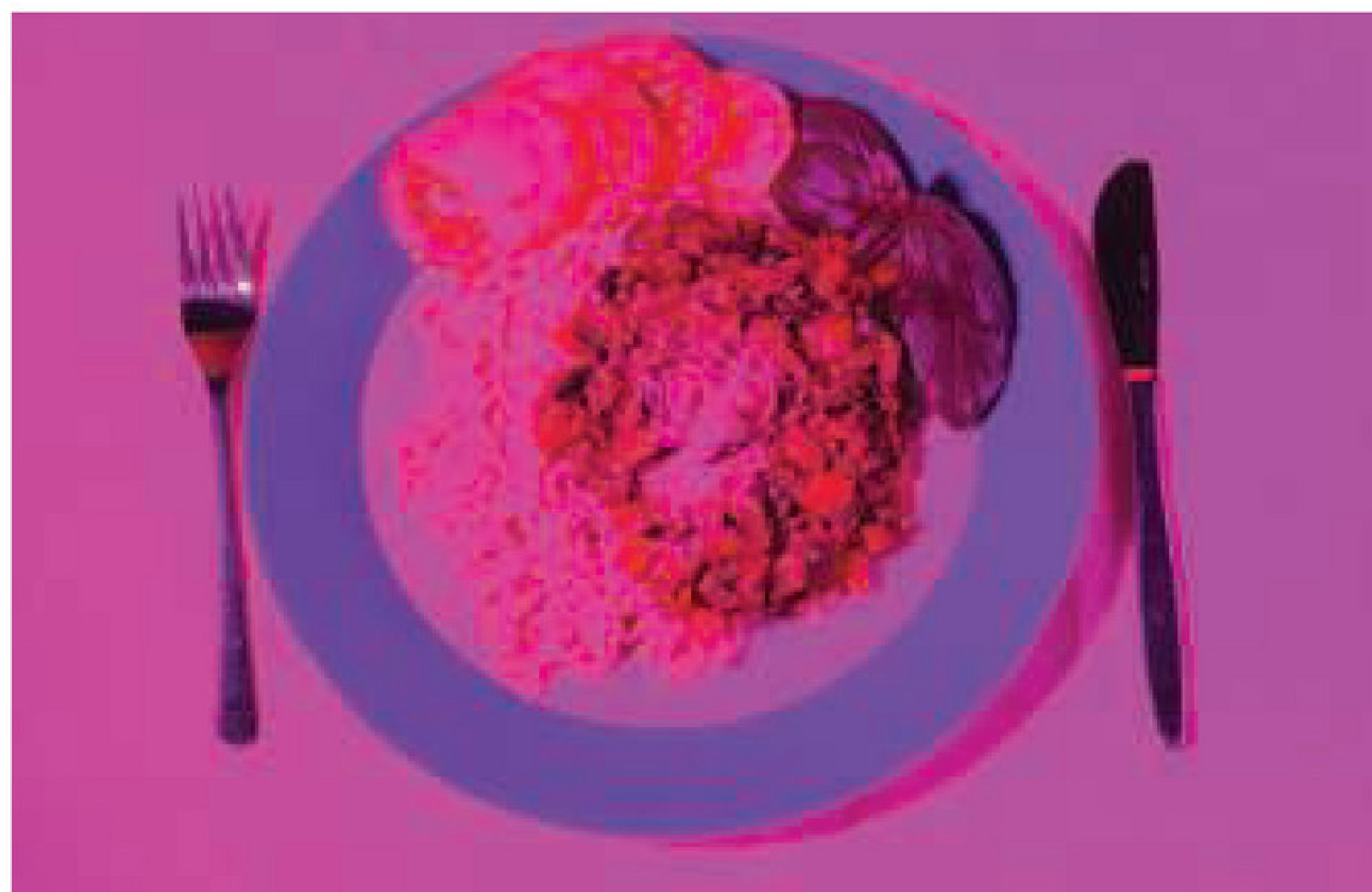
HET LICHT VAN LAMPEN

PROEF 6

Er zijn lampen die maar één kleur licht geven. De voorwerpen die je met zo'n lamp verlicht, kunnen alleen die ene kleur licht terugkaatsen. Andere kleuren zijn er gewoon niet. De wereld ziet er dan heel anders uit dan je gewend bent (afbeelding 6).

afbeelding 6 Een bord eten in zonlicht (links) en violet licht (rechts).





In straatlantaarns worden soms natriumlampen gebruikt. Die geven zuiver geel licht. Een witte trui en een gele trui lijken onder een natriumlamp allebei geel. Het gele licht van de natriumlamp wordt door de twee truien grotendeels teruggekaatst.

Als je een paarse trui bekijkt onder een natriumlamp, lijkt hij zwart. Dat komt doordat de paarse trui voornamelijk paars licht terugkaatst. Het gele licht van de natriumlamp wordt bijna helemaal geabsorbeerd. De trui kaatst dus bijna geen licht terug, waardoor hij zwart lijkt.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS DE TELEVISIE

Het scherm van een televisie is opgebouwd uit pixels. Iedere pixel bestaat uit een rood, groen en blauw beeldpunt. Dat kun je zien wanneer je het televisiescherm bekijkt met een vergrootglas. Kijk je van een afstand, dan versmelten de beeldpuntjes tot één pixel met één kleur (afbeelding 7). Iets vergelijkbaars gebeurt met de pixels. Op afstand versmelten deze tot één beeld.



afbeelding 7 De kleuren op een tv-scherm worden gemaakt met drie kleuren licht.

De beeldpunten in het scherm kunnen apart in- en uitgeschakeld worden. In een groen stukje beeld lichten alleen de groene beeldpunten op, in een rood stukje beeld alleen de rode beeldpunten enzovoort.

Een geel beeld wordt gemaakt door de rode en groene beeldpunten tegelijk te laten oplichten. Groen en rood geven gemengd namelijk dezelfde indruk als zuiver geel licht. Het geel van een televisie is dus een mengkleur (net als bijna alle kleuren in de wereld om je heen).

LEERSTOF

1 Met een zakspectroscoop kun je:
- ○ A de lichtstralen van een lichtbundel zien.
- ○ B de kleuren van het licht van een bepaalde lichtbron zien.
- ○ C zien hoe licht wordt teruggekaatst.
- ○ D zien of licht hard of zacht is.

2 Een rode trui:
- ○ A absorbeert rood licht.
- ○ B weerkaatst alle kleuren behalve rood.
- ○ C weerkaatst rood licht.

3 Een blauwe trui lijkt onder een gele lamp:
- ○ A blauw.
- ○ B geel.
- ○ C groen.
- ○ D zwart.

4 Vul in.

a Zonlicht kun je splitsen in verschillende kleuren met een ....

De reeks kleuren die zo ontstaat, noem je een ....

b Zonlicht wordt door een wit voorwerp grotendeels ....

Zonlicht wordt door een zwart voorwerp grotendeels ....

c Een natriumlamp geeft zuiver geel licht. Dat dit geen mengkleur is, kun je nagaan met

een ....

5 Welke zes kleuren komen voor in het spectrum van zonlicht?
- ☐ A blauw
- ☐ B bruin
- ☐ C geel
- ☐ D groen
- ☐ E rood
- ☐ F oranje
- ☐ G paars
- ☐ H violet
- ☐ I wit
- ☐ J zwart

TOEPASSING

6 Kleuren ontstaan als een voorwerp sommige kleuren absorbeert en andere terugkaatst.
Vul tabel 1 in met:
- een + als het licht grotendeels wordt teruggekaatst;
- een – als het licht grotendeels wordt geabsorbeerd.

tabel 1 Teruggekaatst of geabsorbeerd.

kledingstuk	zuiver rood licht	zuiver groen licht
wit T-shirt		
groen T-shirt		
rood T-shirt		
zwart T-shirt		

7

Het toneel van een theater wordt verlicht door toneellampen. Er staat een artiest op het toneel. Hij draagt een wit shirt met daarop een tekst in rode letters. Voor de toneellampen zit een filter dat alleen rood licht doorlaat (afbeelding 8).

a Leg uit welke kleur het shirt van de artiest lijkt te hebben.

....

....

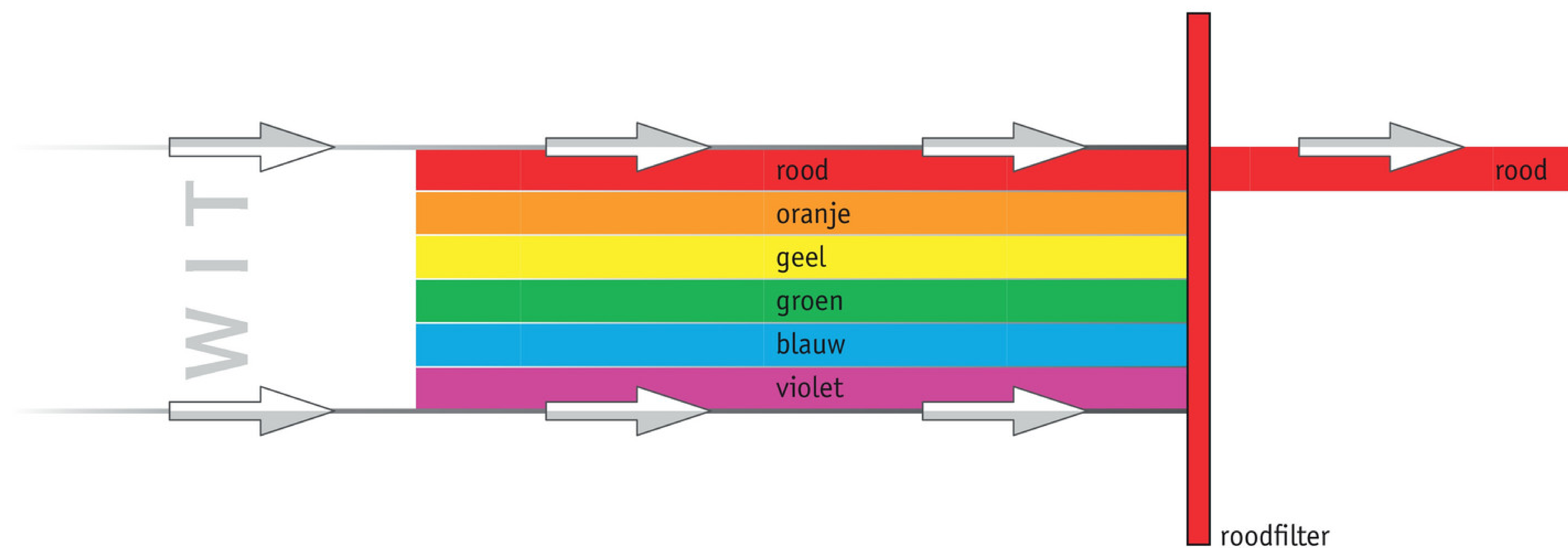
b Leg uit welke kleur de letters nu lijken te hebben.

....

....

c Kun je de tekst op het shirt nu goed lezen?

....



afbeelding 8 Een roodfilter.

8

Het roodfilter van afbeelding 8 wordt vervangen door een groenfilter dat alleen groen licht doorlaat.

a Leg uit welke kleur het shirt van de artiest nu lijkt te hebben.

....

....

b Leg uit welke kleur de letters nu lijken te hebben.

....

....

c Kun je de tekst op het shirt nu goed lezen?

....

9 De voetbalclub van Dennis heeft een geel shirt met een blauwe broek. Als Dennis onder een gekleurde lamp loopt, lijkt de blauwe broek ineens zwart, maar blijft het shirt geel. Leg uit onder welke kleur lamp Dennis loopt.

....

....

10 Hendrik werkt als technicus in een theater. Hij verzorgt er de verlichting van het podium. Tijdens een toneelvoorstelling moet hij razendsnel de verlichting zo veranderen dat het lijkt alsof de winter ineens in de zomer overgaat.

a Met welke kleur(en) geeft Hendrik het publiek een koud gevoel? ....

b Met welke kleur(en) geeft Hendrik het publiek een warm gevoel? ....

★ 11 Hendrik wil het toneel in verschillende kleuren verlichten. Hij heeft verschillende kleurfilters en een natriumlamp.

a In welke kleur wordt het toneel verlicht als er geen filter voor de natriumlamp zit?

....

b In welke kleur wordt het toneel verlicht als Hendrik een roodfilter voor de natriumlamp doet?

....

....

c Leg uit waarom Hendrik geen natriumlamp in combinatie met filters kan gebruiken.

....

....

★ 12 Ava wil een zomerjurk maken. In een stoffenwinkel die verlicht wordt door tl-buizen heeft ze een stof gevonden die ze wel mooi vindt. Voordat ze de stof koopt, loopt ze naar de deur om de stof bij daglicht te bekijken.
Waarom doet ze dat?

....

....

....

....


Test je kennis met de *Test jezelf.*

PLUS DE TELEVISIE

13 Het scherm van een televisie is opgebouwd uit kleine beeldpunten.

a Welke kleuren hebben die beeldpunten?

....

b Welke beeldpunten lichten op:

- in een groen stukje van het beeld? ....
- in een rood stukje van het beeld? ....
- in een geel stukje van het beeld? ....

14 Soms kun je op een kleurentelevisie een oude zwart-witfilm zien. Het is dan net of je naar een zwart-wittelevisie kijkt.

a Hoe maakt een kleurentelevisie de zwarte delen van het beeld?

....

b Hoe maakt een kleurentelevisie de witte delen van het beeld?

....

....

c Hoe maakt een kleurentelevisie de grijze delen van het beeld?

....

★ 15 Lees de tekst in afbeelding 9 over de RGB-code.

a Geef voor elke RGB-code aan welke kleur erbij hoort.

(255, 0, 0)	*geel / grijs / groen / rood / wit*
(0, 255, 0)	*geel / grijs / groen / rood / wit*
(255, 255, 0)	*geel / grijs / groen / rood / wit*
(255, 255, 255)	*geel / grijs / groen / rood / wit*
(128, 128, 128)	*geel / grijs / groen / rood / wit*

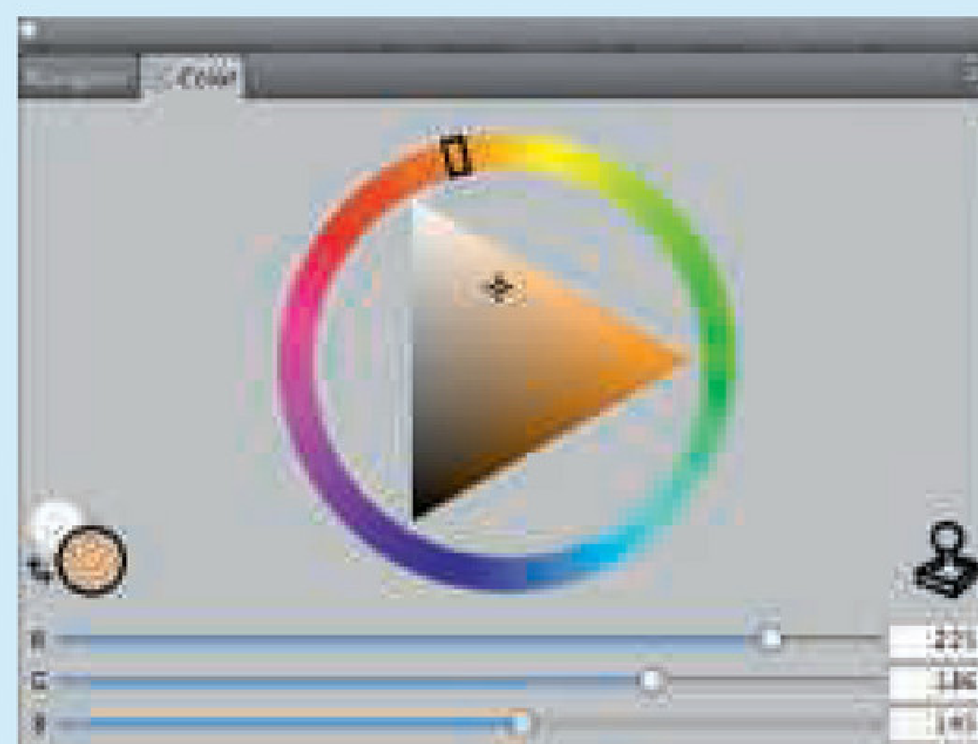
b De RGB-code is speciaal ontworpen om er beeldschermkleuren mee te beschrijven. Waaraan kun je dat zien?

....

....

afbeelding 9

De RGB-code



In computerprogramma's zoals Paint en Photoshop heeft elke kleur een code. Deze code wordt de RGB-code genoemd, van rood (R), groen (G) en blauw (B). Elke RGB-code bestaat uit drie getallen, van 0 tot 255. Deze getallen geven aan hoeveel rood, groen en blauw er in de kleur zit. Hoe groter het getal, hoe meer rood, groen of blauw er is gebruikt.
Fel rood is in RGB-code (255, 0, 0): veel rood (255), geen groen (0) en geen blauw (0).
Helder violet is (255, 0, 255): veel rood (255), geen groen (0) en veel blauw (255).
Zwart is (0, 0, 0): geen rood, geen groen en geen blauw.

4 Infrarode en ultraviolette straling

LEERDOELEN

6.4.1 Je kunt benoemen waar infrarode en ultraviolette straling zich in het spectrum bevinden.
6.4.2 Je kunt kenmerken benoemen van infrarode en ultraviolette straling.
6.4.3 Je kunt toepassingen noemen van infrarode en ultraviolette straling.
6.4.4 Je kunt uitleggen wat de gevaren zijn van ultraviolette straling.
PLUS 6.4.5 Je kunt uitleggen wat een thermogram is.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	6.4.1	6.4.2	6.4.3	6.4.4	6.4.5	6.1.1*	6.3.1*
Onthouden		1, 3, 6abcd	2	4, 5, 11a	14a		
Begrijpen	7b		8, 12a	11b		12b	7a
Toepassen		10	9abc		14b, 15		
Analyseren			13				

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Je ogen zijn gevoelig voor licht. Als het licht van een lamp in je ogen terechtkomt, merk je dat meteen. Het licht van een felle lamp doet zelfs pijn aan je ogen, waardoor je automatisch met je ogen begint te knipperen. Maar er zijn ook soorten straling waarvoor je ogen niet gevoelig zijn, zoals infrarode en ultraviolette straling.

INFRARODE STRALING

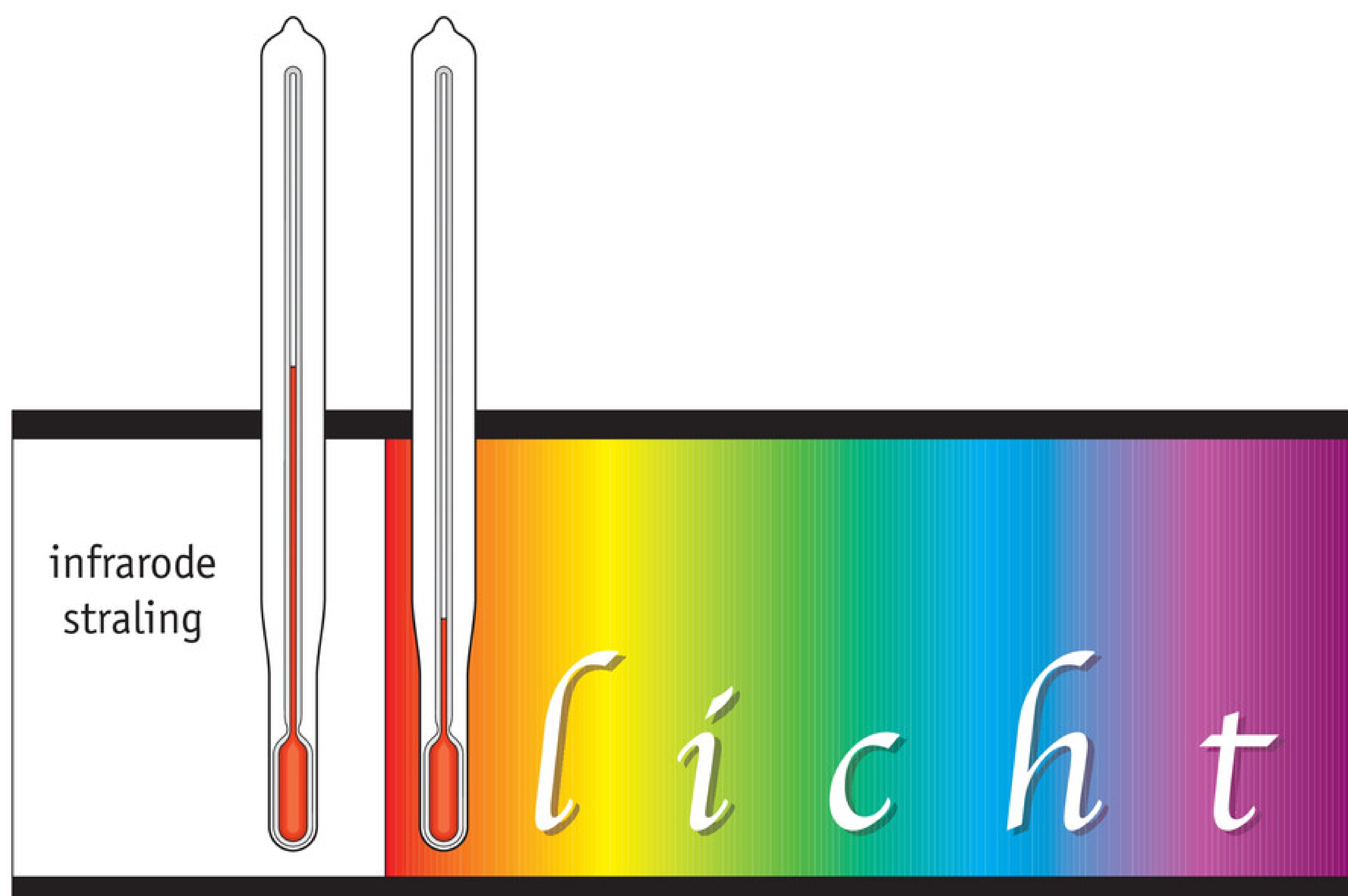
Alle voorwerpen om je heen, maar ook mensen en dieren, zenden **infrarode straling** (ir-straling) uit. Hoe hoger de temperatuur van het voorwerp, des te meer straling het uitzendt. Dat merk je bijvoorbeeld als je een hand voor een hete radiator houdt. Je voelt dat je hand warm wordt, doordat die de infrarode straling van de radiator absorbeert.

Warmtelampen zenden, behalve een beetje rood licht, vooral veel infrarode straling uit. Ze worden veel gebruikt om pasgeboren jonge dieren warm te houden (afbeelding 1), maar je komt ze ook tegen in terrasverwarming en infraroodsauna's. Mensen en dieren vinden de straling die deze lampen uitzenden 'lekker warm'.



afbeelding 1 Pasgeboren kuikens onder de warmtelamp.

In het spectrum van een ir-lamp vind je de infrarode straling naast het rood. Dat kun je aantonen met een gevoelige thermometer. Zo'n thermometer geeft een hogere temperatuur aan als je hem in het licht houdt (afbeelding 2). Het opvallende is dat de thermometer vlak náást het rood de hoogste temperatuur aangeeft. Daaraan kun je zien dat daar de infrarode straling terechtkomt. De naam 'infrarood' betekent letterlijk 'vóór het rood'.



afbeelding 2 In het spectrum vind je de infrarode straling vóór het rood.

TOEPASSINGEN VAN INFRARODE STRALING

Infrarode straling wordt op verschillende manieren toegepast. In de afstandsbediening van een tv zit bijvoorbeeld een klein ir-lampje. De straling van dit lampje wordt gebruikt om signalen naar de tv te sturen.

Alle dingen om je heen zenden infrarode straling uit. Hoe warmer het voorwerp, des te meer straling er wordt uitgezonden. Een **infraroodsensor** is gevoelig voor deze straling. De sensor in een buitenlamp reageert bijvoorbeeld op infrarode straling die wordt uitgestraald door voorbijlopende mensen. De sensor schakelt dan de stroom in, zodat de lamp gaat branden (afbeelding 3).



afbeelding 3 Een buitenlamp met een infraroodsensor.

Infraroodsensoren worden ook gebruikt in alarminstallaties en in winkeldeuren die automatisch openen en sluiten. In het leger worden nachtkijkers gebruikt die onzichtbare infrarode straling omzetten in een zichtbaar beeld. Met een nachtkijker kunnen militairen hun omgeving ook 's nachts goed zien.

ULTRAVIOLETTE STRALING

De zon straalt behalve licht ook **ultraviolette straling** (uv-straling) uit. Als je in de zon ligt, komt die straling op je huid terecht. Je huid reageert daarop door extra kleurstof aan te maken: je huid wordt donkerder. De kleurstof die je huid donkerder kleurt, heeft een beschermende werking. Daardoor kun je langer in de zon blijven als je huid veel van deze kleurstof bevat.

Je moet oppassen dat er niet te veel ultraviolette straling op je huid terechtkomt (afbeelding 4). Als dat wel gebeurt, kun je last krijgen van zonnebrand (verbranding). Te veel uv-straling vergroot ook de kans op huidkanker. Zonnebrandcrème absorbeert uv-straling en beschermt zo je huid. Hoe hoger de beschermingsfactor, des te beter wordt je huid beschermd.



afbeelding 4 De huid van jonge kinderen is extra gevoelig voor uv-straling.

Hoog in de atmosfeer (de luchtlaag rond de aarde) zit een gas dat de meest schadelijke uv-straling tegenhoudt. Dit gas heet ozon. De luchtlaag waarin ozon voorkomt, heet de **ozonlaag**. Doordat de lucht vervuild is met cfk's (stoffen die nu niet meer gemaakt mogen worden) zijn er gaten ontstaan in de ozonlaag. Hierdoor kan de ultraviolette straling gemakkelijker de aarde bereiken en lopen mensen eerder een te hoge dosis op.

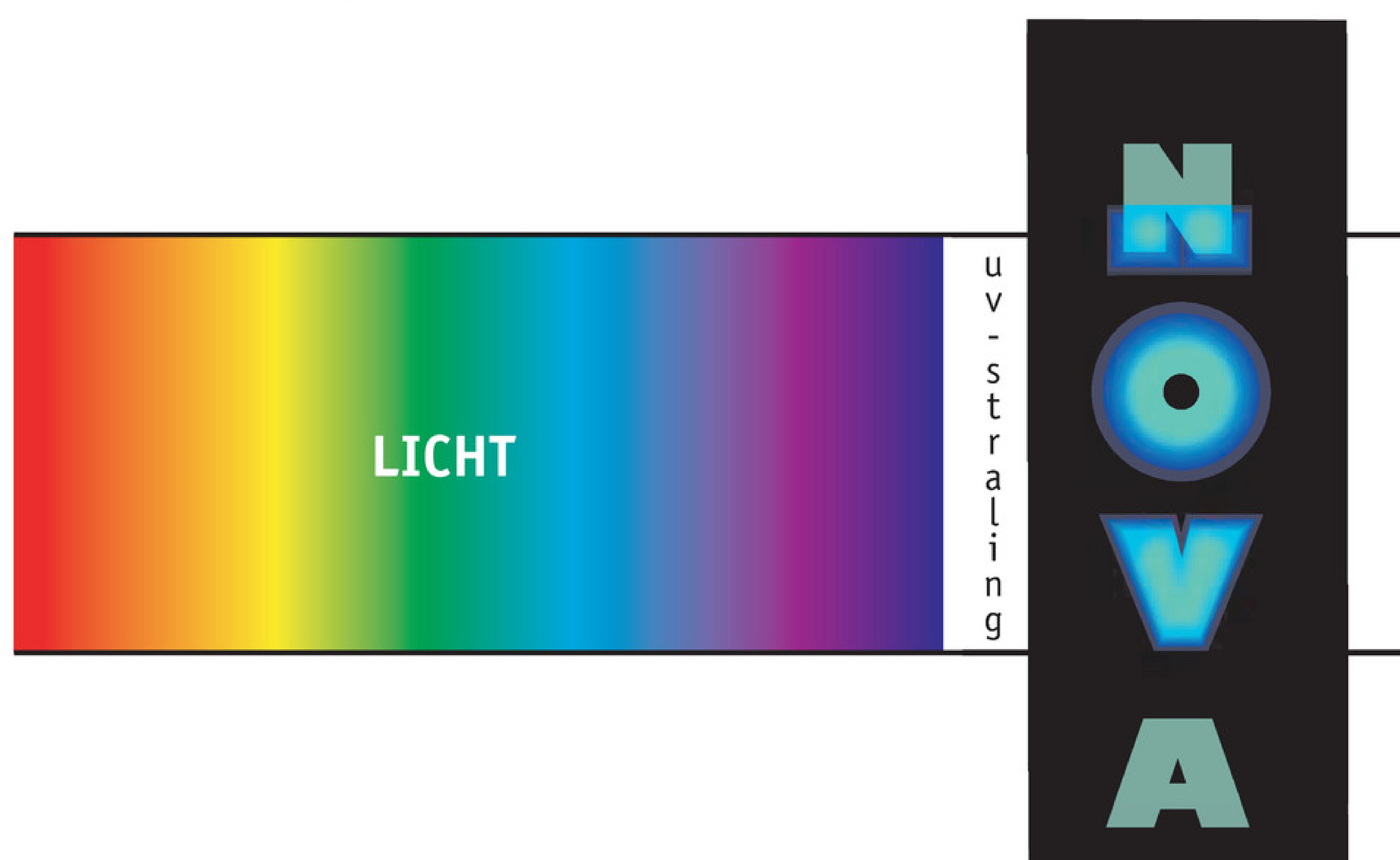
UV-LAMPEN

PROEF 7

Er zijn lampen die vooral ultraviolette straling uitzenden. Denk aan de **uv-lampen** in zonnebanken en de blacklightlampen in discotheken. Behalve ultraviolette straling geven deze lampen ook een beetje violet licht. Aan dit violette licht kun je uv-lampen en blacklightlampen herkennen.

In het spectrum van een uv-lamp vind je ultraviolette straling links van het violet. Dat kun je aantonen met een **fluorescerende** stof. Zo'n stof gaat zelf licht geven als er ultraviolette straling op valt.

De letters NOVA in afbeelding 5 zijn geschilderd met fluorescerende verf. Je ziet ze oplichten op de plaats waar de uv-straling terechtkomt: voorbij het violet. 'Ultraviolet' betekent letterlijk 'voorbij het violet'.



afbeelding 5 In het spectrum komt de ultraviolette straling na het violet.

 Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS DE INFRAROODCAMERA

Met een infraroodcamera kun je een thermogram maken. Dat is een foto waarop te zien is hoeveel infrarode straling een voorwerp uitzendt. Vlakken die op het thermogram licht gekleurd lijken, stralen veel infrarode straling uit. Vlakken die er donker uitzien, stralen weinig infrarode straling uit.

Je kunt een infraroodcamera gebruiken om ‘warmtelekken’ op te sporen. Op het thermogram in afbeelding 6 is duidelijk te zien waar de meeste warmte weglekt. Zo kun je erachter komen op welke plaatsen het huis beter geïsoleerd moet worden.



afbeelding 6 Het thermogram van een huis.

LEERSTOF

1 Infrarode straling wordt uitgezonden door:
- ○ A alle voorwerpen.
- ○ B koude voorwerpen.
- ○ C warme voorwerpen.

2 In de afstandsbediening van een televisie wordt gebruikgemaakt van:
- ○ A infrarode straling.
- ○ B lichtstralen.
- ○ C ultraviolette straling.

3 Welke uitspraak is juist?
- ○ A Door infrarode straling wordt je huid donkerder.
- ○ B Door ultraviolette straling wordt je huid donkerder.
- ○ C Een warm voorwerp zendt veel ultraviolette straling uit.
- ○ D Van te veel infrarode straling krijg je last van zonnebrand.

4 De ozonlaag beschermt ons tegen:
- ○ A fel licht van de zon.
- ○ B infrarode straling van de zon.
- ○ C infrarode en ultraviolette straling van de zon.
- ○ D ultraviolette straling van de zon.

5 Huidkanker kan worden veroorzaakt door:

- ○ A te veel infrarode straling.
- ○ B te veel ultraviolette straling.
- ○ C te weinig infrarode straling.
- ○ D te weinig ultraviolette straling.

6 Vul in.

a 'Infrarood' betekent letterlijk ....

'Ultraviolet' betekent letterlijk ....

b Onze ogen zijn wel gevoelig voor licht, maar niet voor .... en

.... straling.

c Je kunt een ir-lamp herkennen aan het .... licht dat hij uitstraalt.

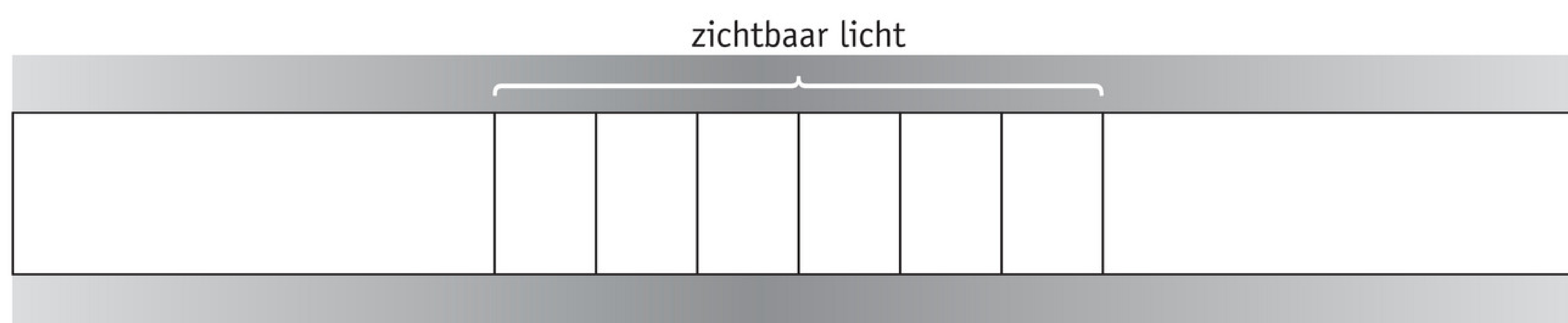
d Je kunt een uv-lamp herkennen aan het .... licht dat hij uitstraalt.

TOEPASSING

7 In afbeelding 7 is een spectrum getekend.

a Kleur het vak 'zichtbaar licht' met de kleuren van het spectrum in de juiste volgorde.

b Schrijf de namen 'infrarode straling' en 'ultraviolette straling' op de juiste plaats.



afbeelding 7 Een spectrum.

8 Een alarmsysteem in een huis werkt met ir-sensoren. Als iemand door een ruimte loopt met een ingeschakelde sensor, dan gaat het alarm af.
Hoe werkt zo'n alarmsysteem?

....

....

....

★ 9

In afbeelding 8 zie je een luchtopname van een deel van de provincie Zeeland. De opname is gemaakt met een infraroodcamera van een satelliet.

a Wat zendt de meeste infrarode straling uit? *het land / het wateroppervlak*

b Welk oppervlak is dus het warmst? *het land / het wateroppervlak*

c Welk oppervlak is het koelst? Leg je antwoord uit.

....

....



afbeelding 8 Een 'infrarode' luchtfoto.

10

Sommige slangen hebben speciale zintuigen in hun neus. Ze kunnen hiermee infrarode straling waarnemen. De zintuigen zijn zo gevoelig dat ze temperatuurverschillen van 0,005 °C kunnen waarnemen. De slang gebruikt dit zintuig bijvoorbeeld om op kleine muizen te jagen.
Shanti zegt: "Deze slang heeft 's nachts niks aan dit zintuig, want dan is het donker."
Leg uit of Shanti gelijk heeft of niet.

....

....

....

....

11 In zonnebrandcrème zit een stof die ultraviolette straling absorbeert. Zo'n stof wordt een uv-filter genoemd.

a Wat gebeurt er als er te veel ultraviolette straling op je huid terechtkomt?

....

b In afbeelding 9 zie je de verpakkingen van drie soorten zonnebrandcrème.
Welke zonnebrandcrème absorbeert de meeste ultraviolette straling? Leg je antwoord uit.

....

....

....

....

afbeelding 9 Welk uv-filter is het sterkst?

12 In discotheken worden vaak blacklightlampen gebruikt. In het licht van een blacklightlamp gaat een wit T-shirt fluoresceren.

a Wat doet een wit T-shirt als het gaat fluoresceren?

....

b Leg uit of zo'n fluorescerend T-shirt een lichtbron is.

....

....

★ 13 Als je op een terras wordt bestraald door een infraroodlamp heb je minder last van de kou. Als je de lamp uitzet, is het meteen veel kouder. Freek zegt dat het lekker warm aanvoelt op het terras, omdat de infrarode straling de lucht op het terras warm maakt.
Leg uit of Freek gelijk heeft of niet.

....

....

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

PLUS DE INFRAROODCAMERA

14 Met een infraroodcamera kun je een thermogram maken. Daarmee kun je warmtelekken opsporen.

a Vlakken die op het thermogram *donker* / *licht* gekleurd zijn, stralen veel infrarode straling uit. Vlakken die er *donker* / *licht* uitzien, stralen weinig infrarode straling uit.

b Met een infraroodcamera wordt een thermogram gemaakt van twee woningen (afbeelding 10).
Zijn beide woningen goed geïsoleerd? Leg je antwoord uit.

....

....

....

....



afbeelding 10 Thermogram van twee woningen.

15 Bij Bram thuis liggen plavuizen op de vloer. Onder de plavuizen is vloerverwarming aangebracht. De laatste tijd doet die vloerverwarming het niet goed. Waarschijnlijk is er ergens lekkage, maar hoe vind je het lek?
Brams ouders hebben weinig zin om de hele vloer open te breken. Bram stelt voor om een thermogram van de vloer te laten maken. “Op zo’n foto,” zegt hij, “zie je meteen waar het lek zit.”
Hoe kun je op een thermogram zien waar de verwarming lekt? Leg je antwoord uit.

....

....

....

....

....

....

Practica

PROEF 1 KERNSCHADUW EN HALFSCHADUW

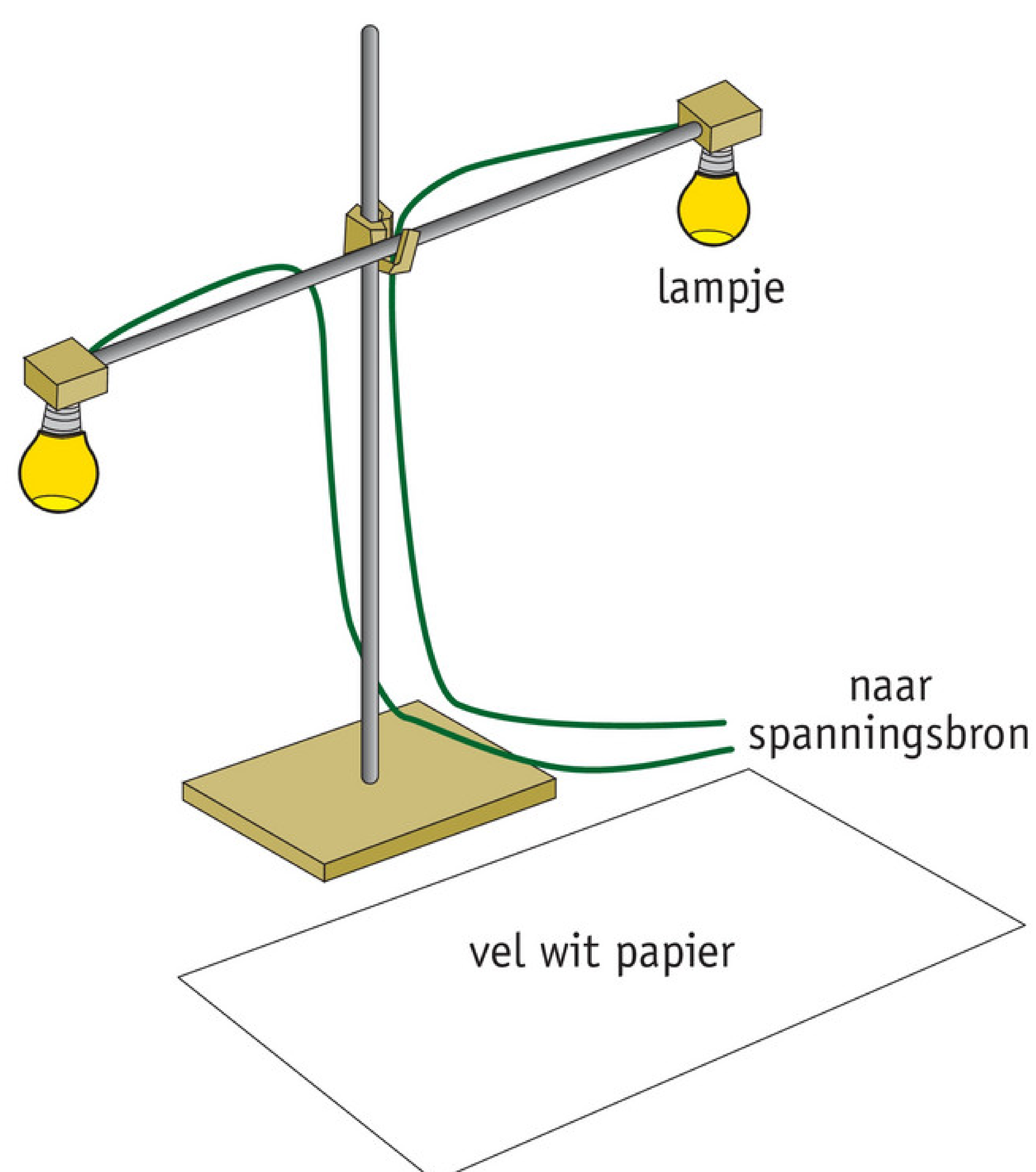
15 minuten

Inleiding
Met twee lampen boven een tafelblad krijg je andere schaduwen dan met één lamp. Vaak kun je dan een donkere kernschaduw zien, tussen twee lichtere halfschaduwen.

Doel
Bij deze proef onderzoek je hoe je een kernschaduw en halfschaduwen kunt laten ontstaan.

Nodig
- ☐ statief met klemmen
- ☐ 2 lampjes
- ☐ spanningsbron
- ☐ snoeren
- ☐ vierkant stukje karton
- ☐ vel wit papier

Uitvoeren en uitwerken
- Maak de opstelling van afbeelding 1.
- Houd het kartonnen vierkantje tussen de lampjes en het vel wit papier. Beweeg het kartonnetje op en neer.



afbeelding 1 De opstelling van proef 1.

1 Wat gebeurt er met de schaduwen als je het kartonnetje omhoog beweegt, naar de lampjes toe?

....

....

2 Wat gebeurt er met de schaduwen als je het kartonnetje omlaag beweegt, van de lampjes af?

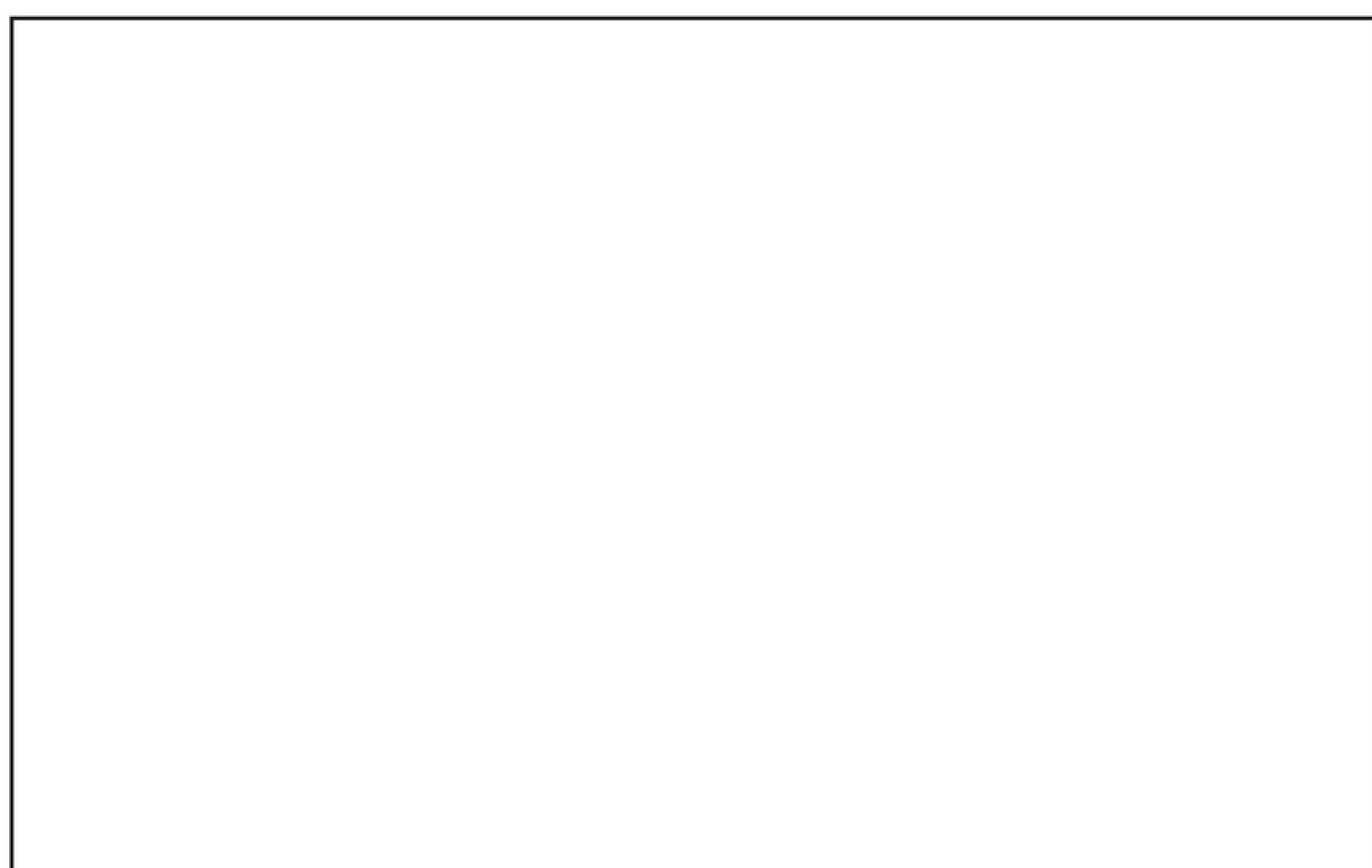
....

....

- Houd het kartonnetje zo dat je twee schaduwen naast elkaar ziet die elkaar niet overlappen. Dit noem je halfschaduwen. Beweeg het kartonnetje daarna omhoog tot de schaduwen elkaar half overlappen. Dat noem je de kernschaduw.

3 Vergelijk de kernschaduw met de beide halfschaduwen.
Wat valt je op?
○ A De kernschaduw en de halfschaduwen zijn even donker.
○ B De kernschaduw is donkerder dan de halfschaduwen.
○ C De kernschaduw is lichter dan de halfschaduwen.

4 Teken de schaduwen die je ziet. Schrijf de namen kernschaduw en halfschaduw op de juiste plaatsen in je tekening.



- Houd het kartonnetje zo dat er twee halfschaduwen te zien zijn en geen kernschaduw.
- Draai het linker lampje los zodat het uitgaat.

5 Welke halfschaduw verdwijnt nu? Hoe komt dat?

....

....

PROEF 2 SPIEGELBEELDEN BEKIJKEN

15 minuten

Inleiding
Op het eerste gezicht ziet het spiegelbeeld van een voorwerp er net zo uit als het voorwerp zelf. Maar er is toch iets geks aan de hand met het spiegelbeeld. Dat merk je als je letters bekijkt via een spiegel. Een woord dat je normaal gesproken vlot kunt lezen, ziet er dan opeens anders uit.

Doel
Je onderzoekt het verschil tussen een spiegelbeeld en de werkelijkheid.

Nodig
☐ spiegel

Uitvoeren en uitwerken
- Kijk via de spiegel naar de leerling naast jou.
- Vraag die leerling of hij/zij jou nu ook in de spiegel kan zien.

1 Kan die leerling jou ook tegelijkertijd via de spiegel zien?
Een leerling die ik via een spiegel zie, kan mij tegelijkertijd *wel* / *niet* via die spiegel zien.

- Op het bord is een zin in spiegelschrift geschreven. Kijk via de spiegel naar het bord.

2 Schrijf heel precies hoe je die zin nu in de spiegel ziet.

....

....

- Schrijf je naam, terwijl je naar je hand met de pen in de spiegel kijkt.

3 Leg uit wat daar zo moeilijk aan is.

....

....

....

4 Schrijf je naam in spiegelschrift, zonder de spiegel te gebruiken.

....

5 Controleer het resultaat met de spiegel. Klopt het? *ja* / *nee*

6 Schrijf de zin 'STOP POLITIE!' in spiegelschrift, zonder de spiegel te gebruiken.

....

7 Controleer het resultaat met de spiegel. Klopt het? *ja* / *nee*

8 Waar zou je deze zin in spiegelschrift kunnen tegenkomen, denk je?

....

PROEF 3 DE SPIEGELWET

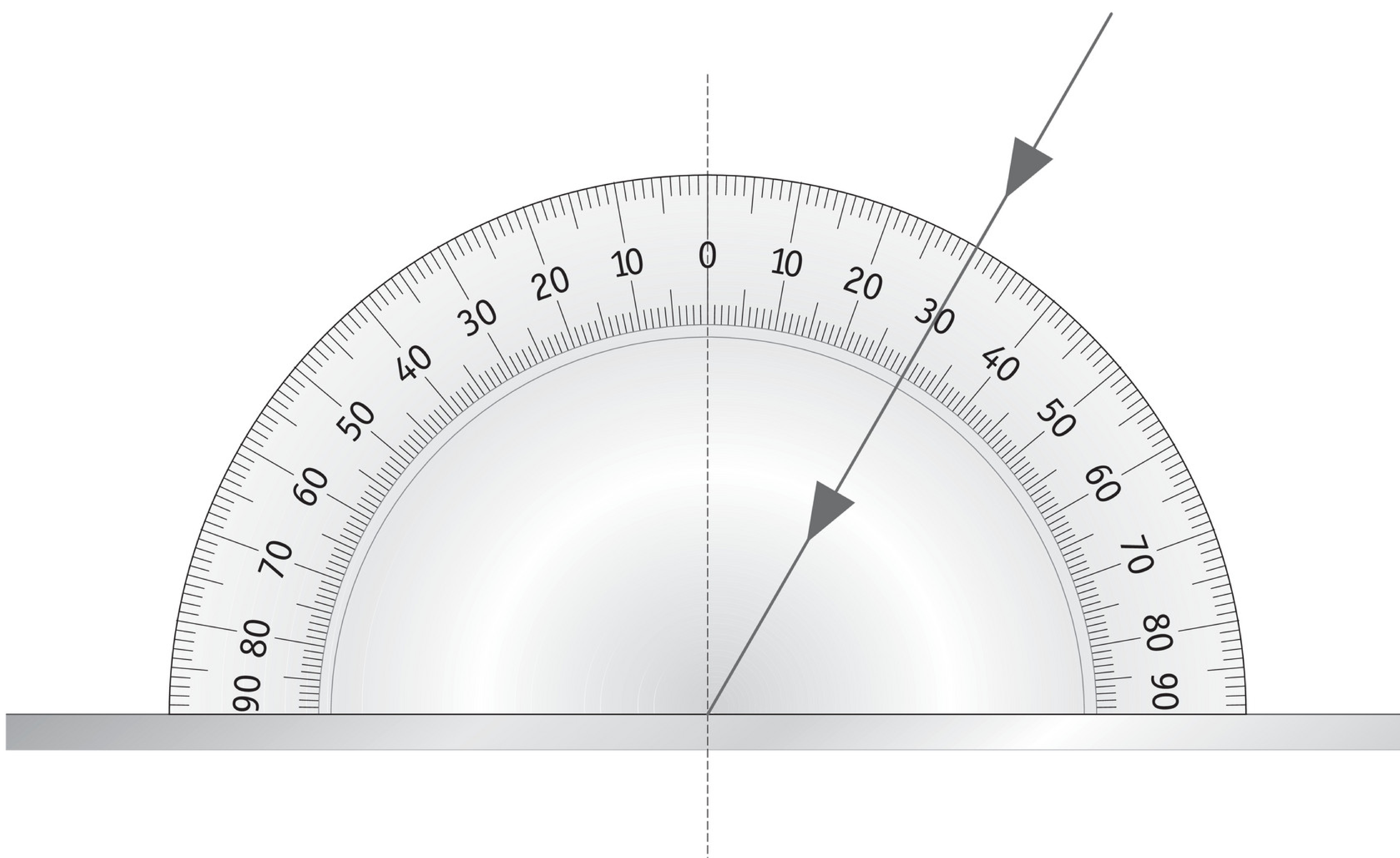
30 minuten

Inleiding
Met een spiegeltje kun je het licht van de zon weerkaatsen naar een muur. Je ziet dan op één plaats een lichtvlek verschijnen. Als je het spiegeltje beweegt, beweegt de lichtvlek mee.

Doel
Bij deze proef onderzoek je in welke richting een spiegel het licht weerkaatst.

Nodig
☐ spiegel
☐ lichtkastje
☐ diafragma met één opening

Uitvoeren en uitwerken
- Zet de spiegel in afbeelding 2 op de aangegeven plaats.
- Schuif het diafragma in het lichtkastje.
- Laat een lichtstraal op de spiegel vallen, zoals in afbeelding 2 getekend is. De hoek van inval is hier 30 graden.



afbeelding 2 Gebruik deze tekening bij proef 3.

1 Hoe groot is de hoek van terugkaatsing? ....

- Laat nu lichtstralen vallen onder de hoeken die je in tabel 1 ziet.
- Bepaal bij elke hoek van inval de hoek van terugkaatsing.

tabel 1 De meetresultaten van proef 3.

hoek van inval *i*	hoek van terugkaatsing *t*
30°	
45°	
60°	
75°	

2 Vul in de tabel achter elke hoek van inval de hoek van terugkaatsing in.

3 Welke conclusie kun je trekken?
- ○ A De hoek van inval is gelijk aan de hoek van terugkaatsing.
- ○ B De hoek van inval is groter dan de hoek van terugkaatsing.
- ○ C De hoek van inval is kleiner dan de hoek van terugkaatsing.

PROEF 4 DE PLAATS VAN HET SPIEGELBEELD

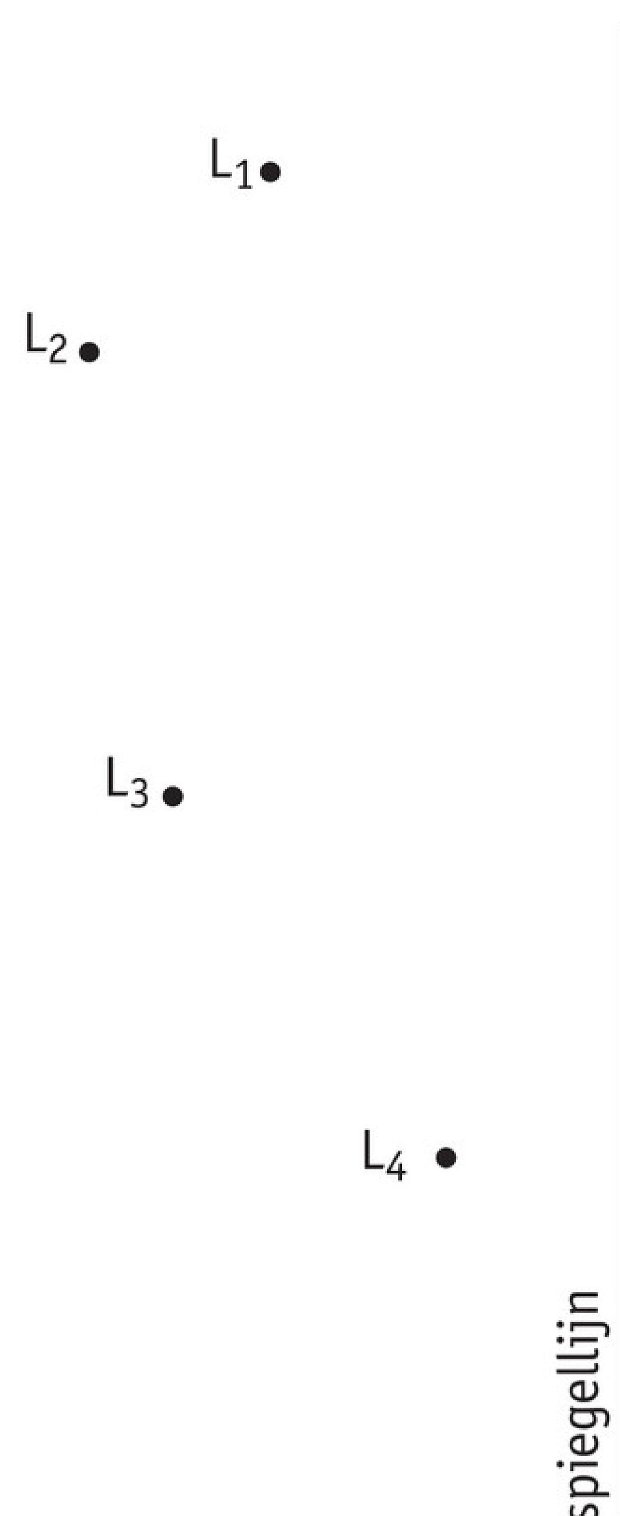
20 minuten

Inleiding
Het spiegelbeeld van een voorwerp voor de spiegel lijkt achter de spiegel te staan, maar daar staat natuurlijk helemaal niets. Het spiegelbeeld is een schijnbeeld. Dat noem je ook wel een virtueel beeld.

Doel
Je onderzoekt op welke plaats je het spiegelbeeld waarneemt.

Nodig
- ☐ spiegel
- ☐ spiegelhouder

Uitvoeren en uitwerken
- Zet de spiegel in afbeelding 3 op de aangegeven plaats, loodrecht op het papier.
- Kijk waar je het spiegelbeeld van L_1 ziet.
- Zet een stip op de plaats waar je dat spiegelbeeld ziet. Zet er B_1 bij.
  De B betekent beeldpunt: het punt waar je het beeld ziet.
- Doe hetzelfde met de punten L_2, L_3 en L_4, en zet bij de beeldpunten B_2, B_3 en B_4.
- Verbind L_1 met B_1, L_2 met B_2, L_3 met B_3 en L_4 met B_4.



afbeelding 3 De plaats van het spiegelbeeld.

1 Wat kun je zeggen over de plaats van het spiegelbeeld?
- ○ A Het spiegelbeeld zit even ver achter de spiegel als het voorwerp voor de spiegel staat.
- ○ B Het spiegelbeeld zit minder ver achter de spiegel dan het voorwerp van de spiegel vandaan is.
- ○ C Het spiegelbeeld zit verder achter de spiegel dan het voorwerp van de spiegel vandaan is.

• Teken in afbeelding 4 met behulp van de spiegel het spiegelbeeld van de letters.



afbeelding 4 Een woord in spiegelbeeld.

2 Welke letter ziet er in spiegelbeeld net zo uit als voor de spiegel? ....

3 Bij welke andere letters uit het alfabet is dat ook zo?

....

PROEF 5 EEN SPECTROSCOOP MAKEN

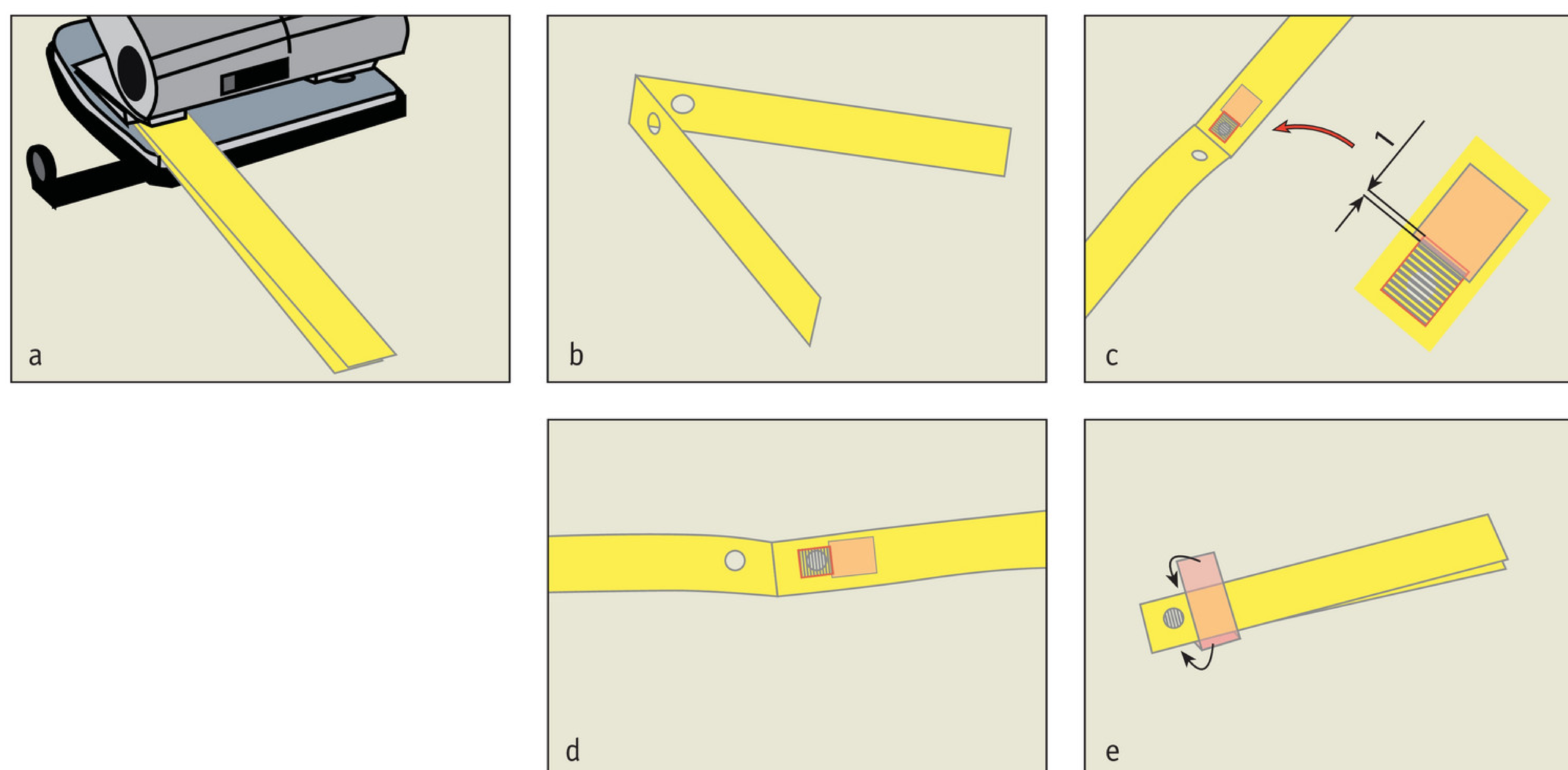
20 minuten

Inleiding
Als er op een zonnige dag een regen- of onweersbui is, zie je soms een regenboog. De zon schijnt dan op de waterdruppels. Die waterdruppels splitsen het zonlicht in verschillende kleuren. Met een spectroscoop kun je wit licht splitsen in die verschillende kleuren.

Doel
In deze proef maak je zelf een eenvoudige spectroscoop met een stuk traliefolie.

Nodig
- ☐ stukje traliefolie
- ☐ strook karton
- ☐ plakband
- ☐ perforator

Let op! Eén kant van het traliefolie (herkenbaar aan een licht waas) kan snel beschadigen. Raak die kant niet met je vingers aan.



afbeelding 5 Zo maak je je eigen zakspectroscoop.

Uitvoeren en uitwerken

Een spectroscoop maken

- Vouw de strook karton dubbel, met de korte kanten op elkaar.
- Schuif de vouw in de perforator (afbeelding 5a). Maak vlak bij de vouw een perforatie (afbeelding 5b).
- Scheur een klein stukje plakband af en plak dat op de rand van het traliefolie (met 1 mm overlap).
- Gebruik het plakband om het traliefolie op de perforatie in de strook te leggen (afbeelding 5c).
- Druk het plakband stevig aan, om het traliefolie op deze plaats vast te maken (afbeelding 5d).
- Vouw de strook weer dubbel. Maak de stroken vlak onder de perforatie met een stukje plakband aan elkaar vast (afbeelding 5e).

Een spectroscoop gebruiken

- Houd de spectroscoop vlak voor een oog en kijk net naast een lichtbron. Je ziet dan de kleuren waaruit het licht bestaat.
- Kijk door de spectroscoop naar buiten, maar NIET recht in de richting van de zon!

1 Welke kleuren zitten er in het daglicht?

....

- Kijk door de spectroscoop naar verschillende lichtbronnen die wit licht geven.

2 Heeft het licht van deze lichtbronnen dezelfde samenstelling als zonlicht?
Ja / *Nee*, dat zie je aan

....

PROEF 6 DE KLEUREN IN HET LICHT VAN VERSCHILLENDE LAMPEN

30 minuten

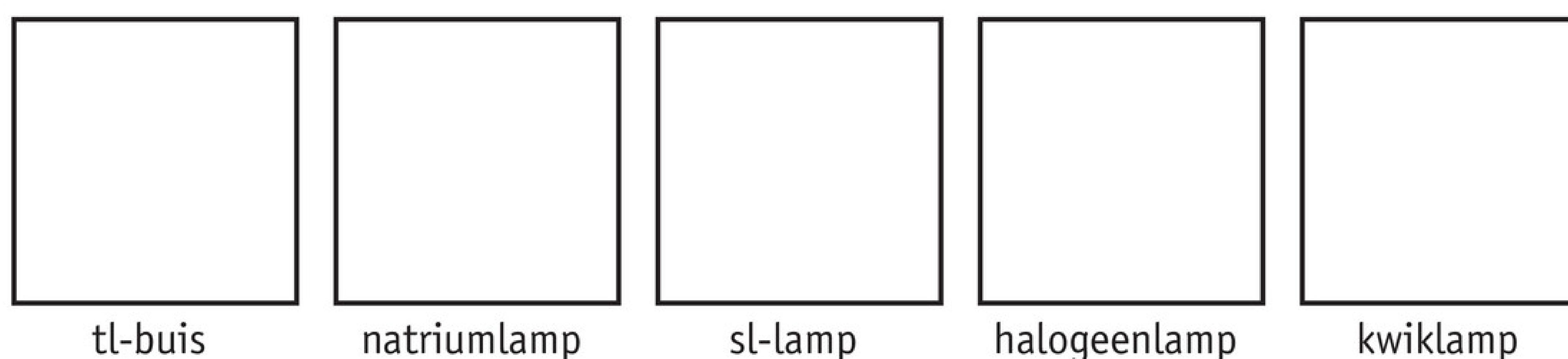
Inleiding
Het licht van een lamp bestaat uit verschillende kleuren. Als je het lamplicht door een spectroscoop bekijkt, zie je de verschillende kleuren naast elkaar. Zo'n reeks kleuren noem je het spectrum van de lamp.

Doel
Bij deze proef onderzoek je hoe het spectrum van verschillende lampen eruitziet.

Nodig
- ☐ zakspectroscoop
- ☐ tl-buis
- ☐ natriumlamp
- ☐ sl-spaarlamp
- ☐ halogeenlamp
- ☐ kwiklamp
- ☐ kleurpotloden

Uitvoeren en uitwerken
- Gebruik de zakspectroscoop om het spectrum van de verschillende lampen te bekijken.

1 Teken in afbeelding 6 met kleurpotloden de spectra van de lampen na.



afbeelding 6 De spectra van vijf verschillende lampen.

2 Welke lamp geeft maar één kleur licht?
- ○ A de tl-buis
- ○ B de natriumlamp
- ○ C de sl-lamp
- ○ D de halogeenlamp
- ○ E de kwiklamp

PROEF 7 FLUORESCENTIE

15 minuten

Inleiding

Als een fluorescerende stof wordt beschenen met een uv-lamp, wordt de ultraviolette straling geabsorbeerd door de stof. Een deel van de geabsorbeerde straling wordt weer uitgezonden als zichtbaar licht: je ziet de stof 'oplichten'. Als uv-lamp kun je een zogeheten blacklightlamp gebruiken.

Doel

Je onderzoekt de werking van een blacklightlamp. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe zien bankbiljetten, reflecterende stroken op veiligheidshesjes en inkt van merkpennen eruit als ze met uv-licht worden beschenen?

Nodig

- ☐ blacklightlamp
- ☐ bankbiljetten
- ☐ veiligheidshesje met reflecterende stroken
- ☐ markeerpen
- ☐ vel wit papier
- ☐ gedeeltelijk verduisterde ruimte

Uitvoeren en uitwerken

- Schijn met de blacklightlamp op verschillende bankbiljetten.

1 Waar zie je fluorescentie optreden?

....

....

....

2 Hoe ziet de fluorescentie eruit?

....

....

....

- Schijn met de blacklightlamp op het vel wit papier.

3 Treedt er nu fluorescentie op? *ja / nee*

4 Hoe ziet het papier eruit?

....

- Maak een eenvoudige tekening op het papier met de markeerpen en bekijk die met de blacklightlamp.

5 Treedt er nu fluorescentie op? *ja / nee*

6 Hoe ziet de getekende afbeelding eruit?

....

- Schijn met de blacklightlamp op het hesje met de reflecterende strepen.

7 Treedt er fluorescentie op? *ja / nee*

8 Beschrijf hoe het hesje er nu uitziet.

....

Leerstofoverzicht

6.1 LICHT EN SCHADUW

ONTHOUD

- Een voorwerp dat zelf licht geeft, noem je een lichtbron. De zon en de sterren zijn natuurlijke lichtbronnen. Kunstmatige lichtbronnen zijn door de mens gemaakt.
- Lichtstralen teken je als rechte lijnen, want licht beweegt langs rechte lijnen.
- De meeste voorwerpen om je heen geven zelf geen licht. Je kunt ze alleen zien wanneer ze verlicht worden. Het licht dat op het voorwerp valt, wordt dan diffuus teruggekaatst. Je ziet het voorwerp als een deel van dit teruggekaatste licht in je ogen valt.
- Als een voorwerp het licht van de lichtbron tegenhoudt, ontstaat er een schaduw. Dat is een gebied waar het licht niet rechtstreeks kan komen.
- De schaduw van een voorwerp kun je als volgt tekenen:
  - Teken de randstralen. Dat zijn de lichtstralen die net niet door het voorwerp tegengehouden worden.
  - Kleur het schaduwgebied. Dat is het gebied achter het voorwerp dat tussen de twee randstralen in ligt.
- Als een voorwerp door twee lichtbronnen wordt verlicht, ontstaan er twee schaduwbeelden. Op de plaats waar die beelden over elkaar heen vallen, is de schaduw het donkerst. Dit noem je de kernschaduw. Links en rechts van de kernschaduw zie je een lichtere halfschaduw.

BEGRIPPEN

diffuus terugkaatsen
In alle richtingen terugkaatsen.

halfschaduw
Het gebied in de schaduw waar slechts een (klein) deel van het licht kan komen.

kernschaduw
Het gebied in de schaduw waar helemaal geen licht komt.

kunstmatige lichtbron
Lichtbron die door de mens is gemaakt, bijvoorbeeld: kaarsen, lampen en tl-buizen.

lichtbron
Voorwerp dat zelf licht geeft.

lichtstraal
Lijn waarlangs licht beweegt.

natuurlijke lichtbron
Lichtbron die niet door de mens is gemaakt, bijvoorbeeld de zon of bliksem.

randstralen
Lichtstralen die net niet door een voorwerp tegengehouden worden.

schaduw
Gebied waar het licht niet rechtstreeks kan komen.

6.2 SPIEGELBEELDEN

ONTHOUD

- In een spiegel zie je een levensecht beeld van je eigen wereld: het spiegelbeeld.
- Op de plaats waar een lichtstraal een spiegel raakt, teken je een lijn die loodrecht op de spiegel staat: de normaal. De hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal heet de hoek van inval. De hoek tussen de teruggekaatste lichtstraal en de normaal heet de hoek van terugkaatsing.
- Bij terugkaatsing door een vlakke spiegel geldt altijd de spiegelwet:
  hoek van inval = hoek van terugkaatsing.
- Met de spiegelwet kun je tekenen hoe een lichtstraal door de spiegel teruggekaatst wordt.
  - Teken de normaal. De normaal staat altijd loodrecht op de spiegel.
  - Bepaal de grootte van de hoek van inval.
  - Geef de hoek van terugkaatsing aan.
  - Teken de teruggekaatste lichtstraal.
- Het spiegelbeeld dat je ziet in een spiegel is een virtueel beeld. Het spiegelbeeld bestaat alleen in je gedachten.

BEGRIPPEN

hoek van inval
Hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal.

hoek van terugkaatsing
Hoek tussen de teruggekaatste lichtstraal en de normaal.

normaal
Hulplijn die loodrecht op de spiegel staat.

spiegelbeeld
Virtueel beeld dat je ziet in een spiegel.

spiegelwet
hoek van inval = hoek van terugkaatsing

virtueel beeld
Beeld dat in werkelijkheid niet bestaat. Bijvoorbeeld het beeld in een spiegel.

6.3 LICHT EN KLEUR

ONTHOUD

- Het witte zonlicht bestaat uit alle kleuren van de regenboog: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Dat zie je als zonlicht wordt gesplitst door een prisma. Zo’n reeks kleuren heet een spectrum.
- Met een zakspectroscoop kun je de samenstelling van licht onderzoeken. Als je in de spectroscoop kijkt, zie je een spectrum van het licht.
- Een gele trui weerkaatst vooral geel licht, een rode trui vooral rood licht, een blauwe trui vooral blauw licht enzovoort. Het licht dat niet wordt teruggekaatst, wordt geabsorbeerd. Het licht wordt daarbij omgezet in warmte.
- Witte voorwerpen kaatsen bijna al het licht terug. Zwarte voorwerpen kaatsen maar weinig licht terug: bijna al het licht wordt geabsorbeerd.
- Als je een paarse trui bekijkt onder een gele lamp, lijkt hij zwart. Dat komt doordat de paarse trui vooral paars licht terugkaatst. Het gele licht van de lamp wordt bijna helemaal geabsorbeerd. De trui kaatst dus bijna geen licht terug, waardoor hij zwart lijkt.

BEGRIPPEN

absorberen
Opnemen; licht dat niet wordt teruggekaatst, wordt opgenomen.

prisma
Doorzichtig driehoekig stuk glas of kunststof.

spectrum
Reeks opeenvolgende kleuren die bijvoorbeeld zichtbaar is als licht door een prisma valt.

zakspectroscoop
Instrument om licht te bestuderen. Je kunt ermee zien uit welke kleuren licht bestaat.

6.4 INFRARODE EN ULTRAVIOLETTE STRALING

ONTHOUD

- Alle voorwerpen, mensen en dieren zenden infrarode straling (ir-straling) uit. Warmtelampen zenden, behalve een beetje rood licht, vooral veel infrarode straling uit.
- In het spectrum van een ir-lamp vind je de infrarode straling naast het rood.
- Infrarode straling wordt op verschillende manieren toegepast:
  - in de afstandsbediening van een tv;
  - in een buitenlamp die reageert op voorbijlopende mensen;
  - in alarminstallaties en in winkeldeuren die automatisch openen en sluiten.
  - in nachtkijkers die onzichtbare infrarode straling omzetten in een zichtbaar beeld.
- De zon straalt behalve licht ook ultraviolette straling (uv-straling) uit. Als je in de zon ligt, komt die straling op je huid terecht. Je huid reageert daarop door extra kleurstof aan te maken: je huid wordt donkerder.
- Je moet oppassen dat er niet te veel ultraviolette straling op je huid terechtkomt. Als dat wel gebeurt, kun je last krijgen van zonnebrand (verbranding). Te veel ultraviolette straling vergroot ook de kans op huidkanker.
- De ozonlaag in de atmosfeer houdt veel ultraviolette straling tegen.
- Er zijn lampen die vooral ultraviolette straling uitzenden, bijvoorbeeld de uv-lampen in zonnebanken en de blacklightlampen in discotheken.
- In het spectrum van een uv-lamp vind je ultraviolette straling naast het violet. Dat kun je aantonen met een fluorescerende stof. Zo'n stof gaat zelf licht geven als er ultraviolette straling op valt.

BEGRIPPEN

fluoresceren
Licht geven als er ultraviolette straling op valt.

infrarode straling
Onzichtbare straling die je kunt voelen als warmte.

infraroodsensor
Instrument dat infrarode straling kan waarnemen.

ozonlaag
De luchtlaag waarin ozon voorkomt en die ultraviolette straling tegenhoudt.

ultraviolette straling
Onzichtbare, schadelijke straling die in zonlicht voorkomt.

uv-lamp
Lamp die vooral ultraviolette straling uitzendt.

warmtelamp
Lamp die vooral infrarode straling uitzendt.


Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

7 Het heelal

DE AARDE EN HET HEELAL

De aarde is een bescheiden planeet in een rustige hoek van het heelal. Op andere plaatsen is het veel levendiger, zoals in het gebied in het sterrenbeeld Orion op de foto. Sterrenkundigen doen veel onderzoek naar zulke gebieden, om zo een beter beeld te krijgen van het heelal.



1 De zon, de aarde en de maan

LEERDOELEN

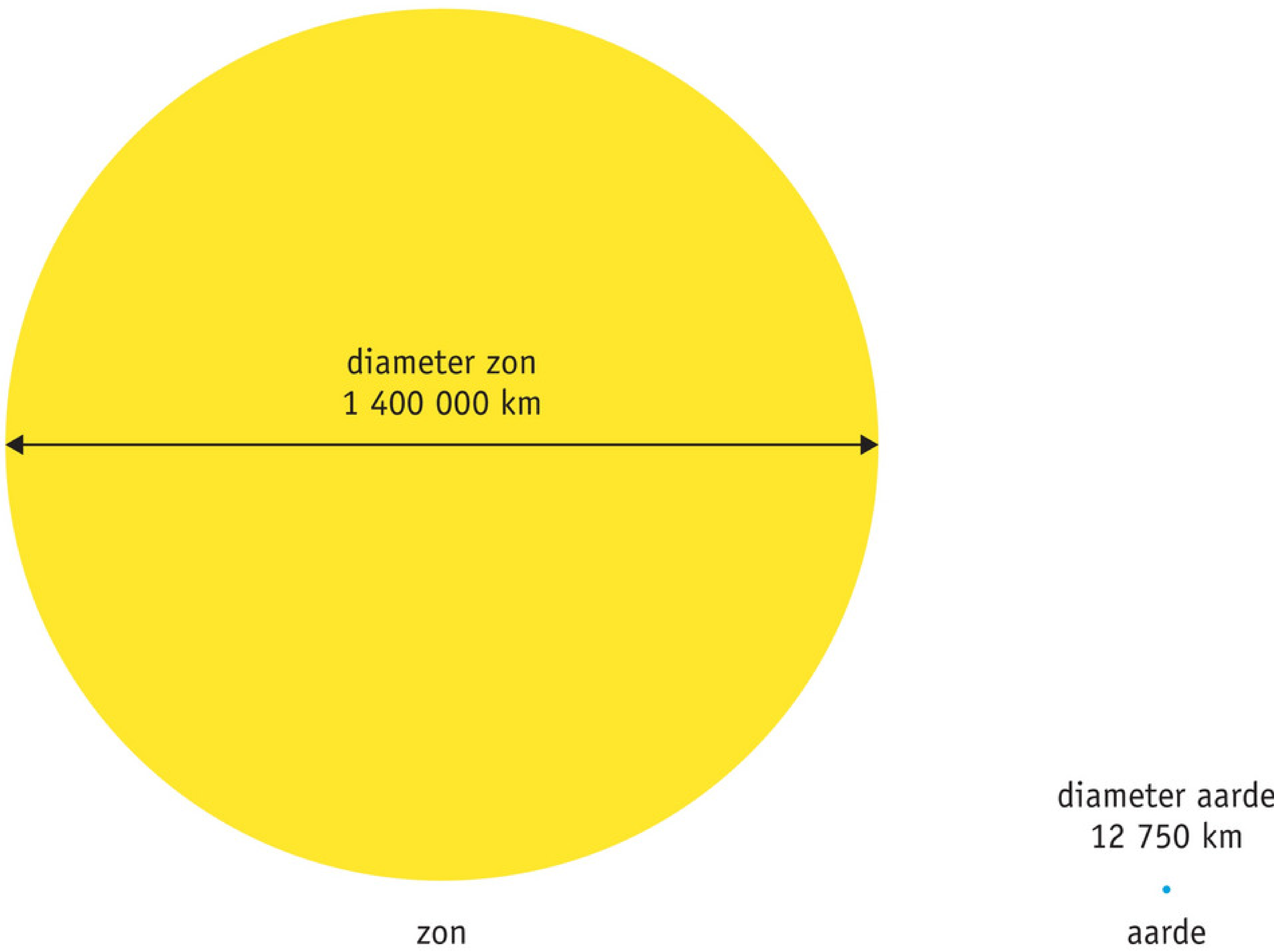
7.1.1 Je kunt een aantal kenmerken van de zon noemen.
7.1.2 Je kunt toelichten wat bedoeld wordt met de aardas.
7.1.3 Je kunt de begrippen baan en omlooptijd uitleggen.
7.1.4 Je kunt de bewegingen die de aarde maakt beschrijven.
7.1.5 Je kunt uitleggen waardoor de seizoenen en de verschillen in daglengte ontstaan.
7.1.6 Je kunt uitleggen hoe de schijngestalten van de maan eruitzien en hoe ze ontstaan.
PLUS 7.1.7 Je kunt met tekeningen uitleggen hoe zons- en maansverduisteringen ontstaan.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7
Onthouden	3ab	1d	1b	1a, 2c		1ce, 2d	11
Begrijpen				4ab	2e, 5	2ab, 8ab, 9abd	12ab
Toepassen	10				6ab	9ce	12c
Analyseren					6c, 7ab		13

Mensen volgen al duizenden jaren de beweging van de zon, de maan en de sterren. De aarde was daarbij lang het vaste uitgangspunt. Alle bewegingen werden beschreven zoals je die vanaf de aarde ziet. Pas in de laatste vijfhonderd jaar is dat beeld helemaal veranderd.

DE ZON

Als je op een zonnige dag naar de hemel kijkt, dan zie je een ronde, gele schijf: de zon. De zon is geen schijf, maar een heel grote bol. De diameter van deze bol is ongeveer 1 400 000 km. Dat is ruim honderd keer groter dan de diameter van de aarde. In afbeelding 1 zie je hoe klein de aarde is ten opzichte van de zon.



afbeelding 1 De zon is enorm groot.

De temperatuur binnen in de zon is heel erg hoog, wel 15 miljoen °C. De buitenkant van de zon heeft een temperatuur van ongeveer 5800 °C. Dat is zo heet dat wij op aarde de warmte van de zon kunnen voelen.
Als je vanuit de ruimte een foto maakt van de zon, zie je dat deze eigenlijk niet geel is, maar meer 'witheet' (afbeelding 2). Het licht van de zon bestaat uit alle kleuren van de regenboog, maar veel van het blauwe licht wordt in de dampkring verstrooid. Daardoor bereikt het blauwe licht je ogen niet als je naar de zon kijkt. Door dit ontbrekende blauw lijkt de zon veel geler dan hij werkelijk is.

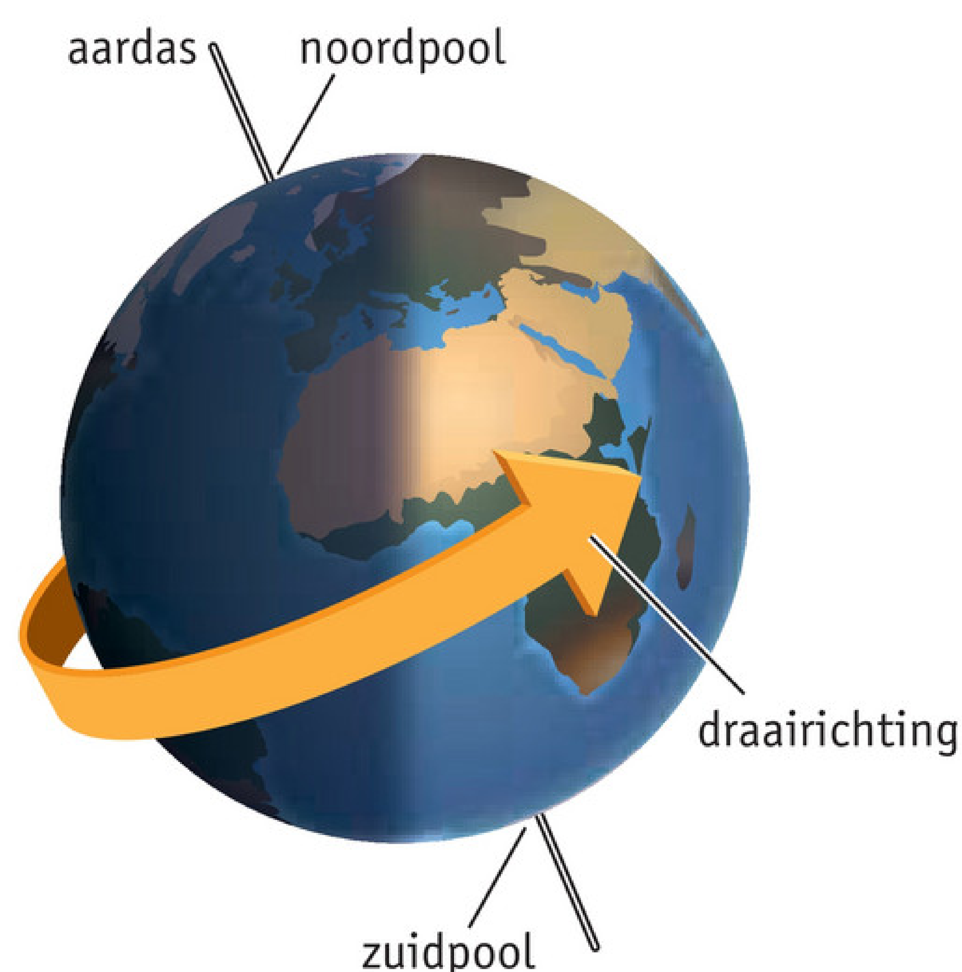


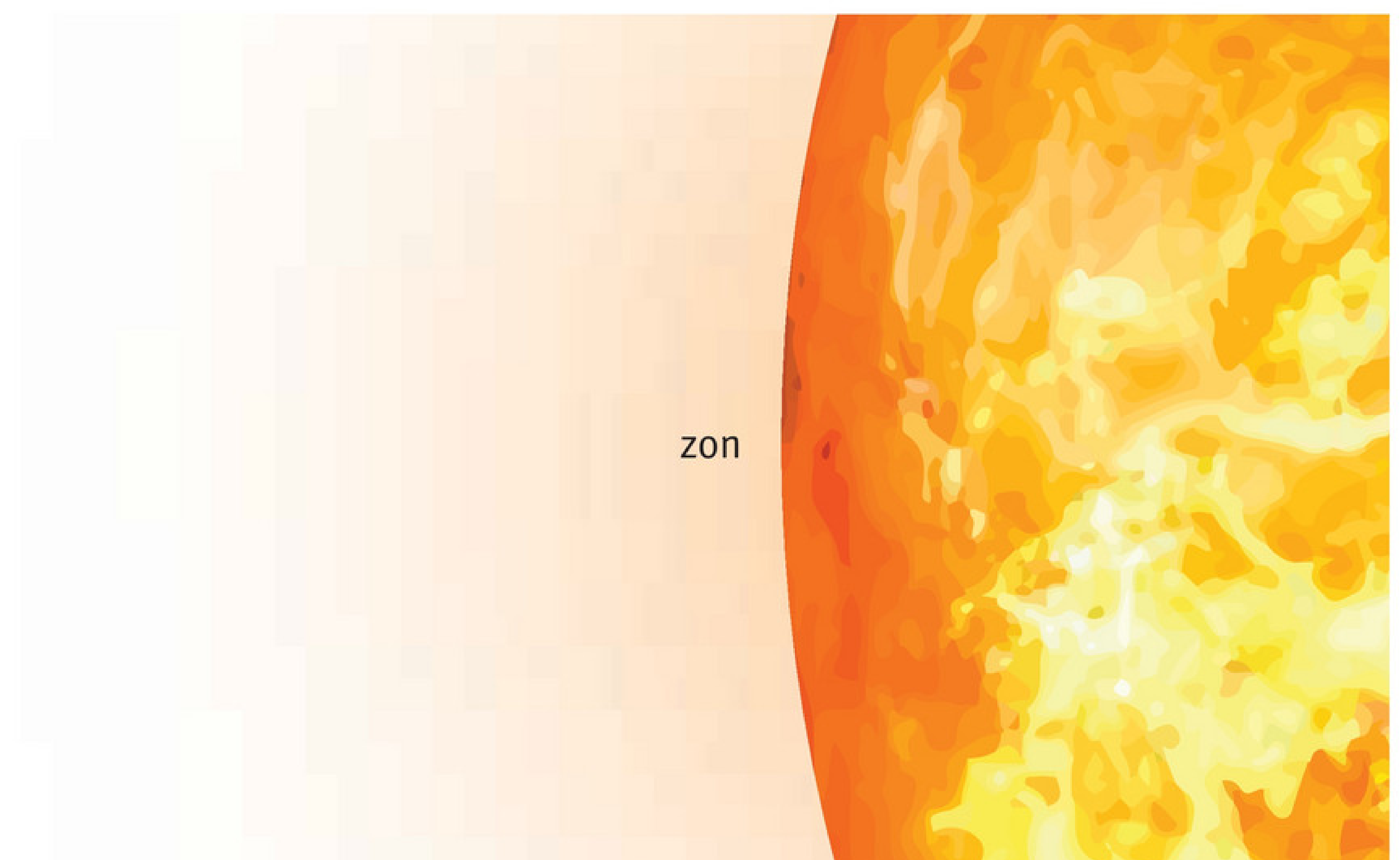
afbeelding 2 De zon is meer wit dan geel.

DE AARDE

PROEF 1

Sterrenkundigen hebben lang gedacht dat de aarde stilstond en de zon rond de aarde bewoog. Vanuit de aarde gezien lijkt dat ook zo. Nu weten we dat de aarde draait rond de zon en om de **aardas**. Dat is een denkbeeldige lijn door de aarde van de noordpool naar de zuidpool. Deze beweging noem je de **aswenteling** van de aarde (afbeelding 3).



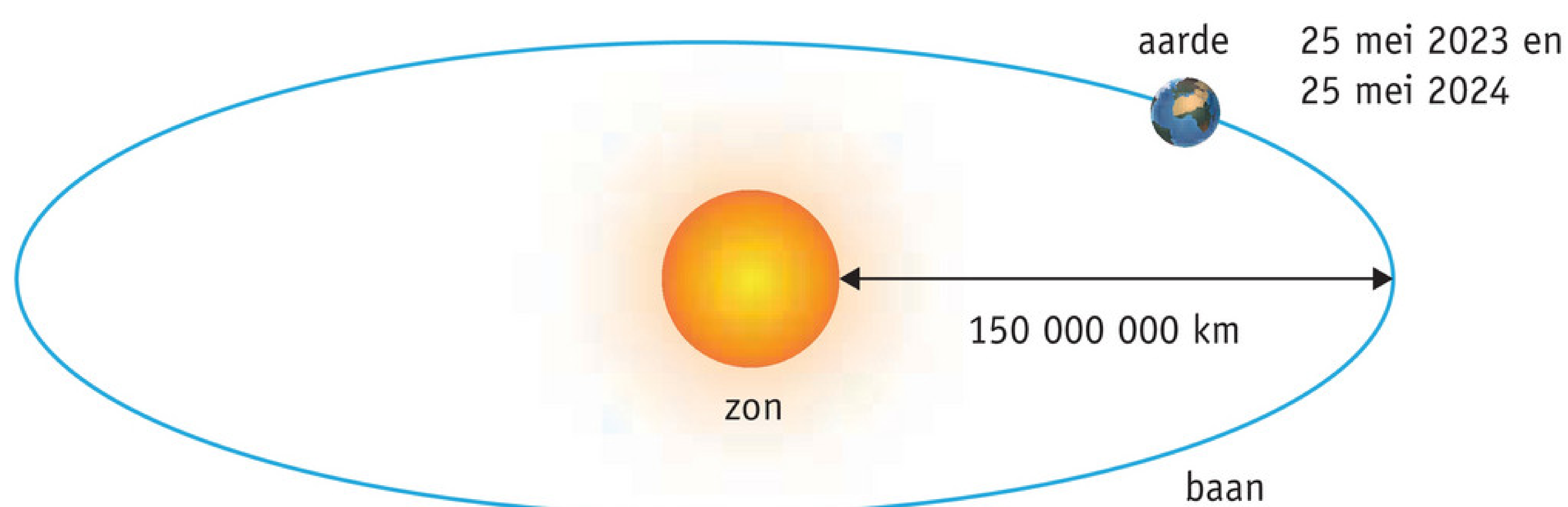


afbeelding 3 Door de aswenteling van de aarde ontstaan dag en nacht.

De zon schijnt steeds maar op één kant van de aarde. Aan die kant is het dag en aan de andere kant is het juist nacht. Doordat de aarde om haar as draait, wisselen dag en nacht elkaar steeds af.
De aarde draait in 24 uur rond de aardas. Daardoor duurt een dag 24 uur. Ieder uur van de dag is een ander deel van de aarde naar de zon gericht. Aan de stand van de zon kun je daarom zien hoe laat het is.

OMLOOPTIJD

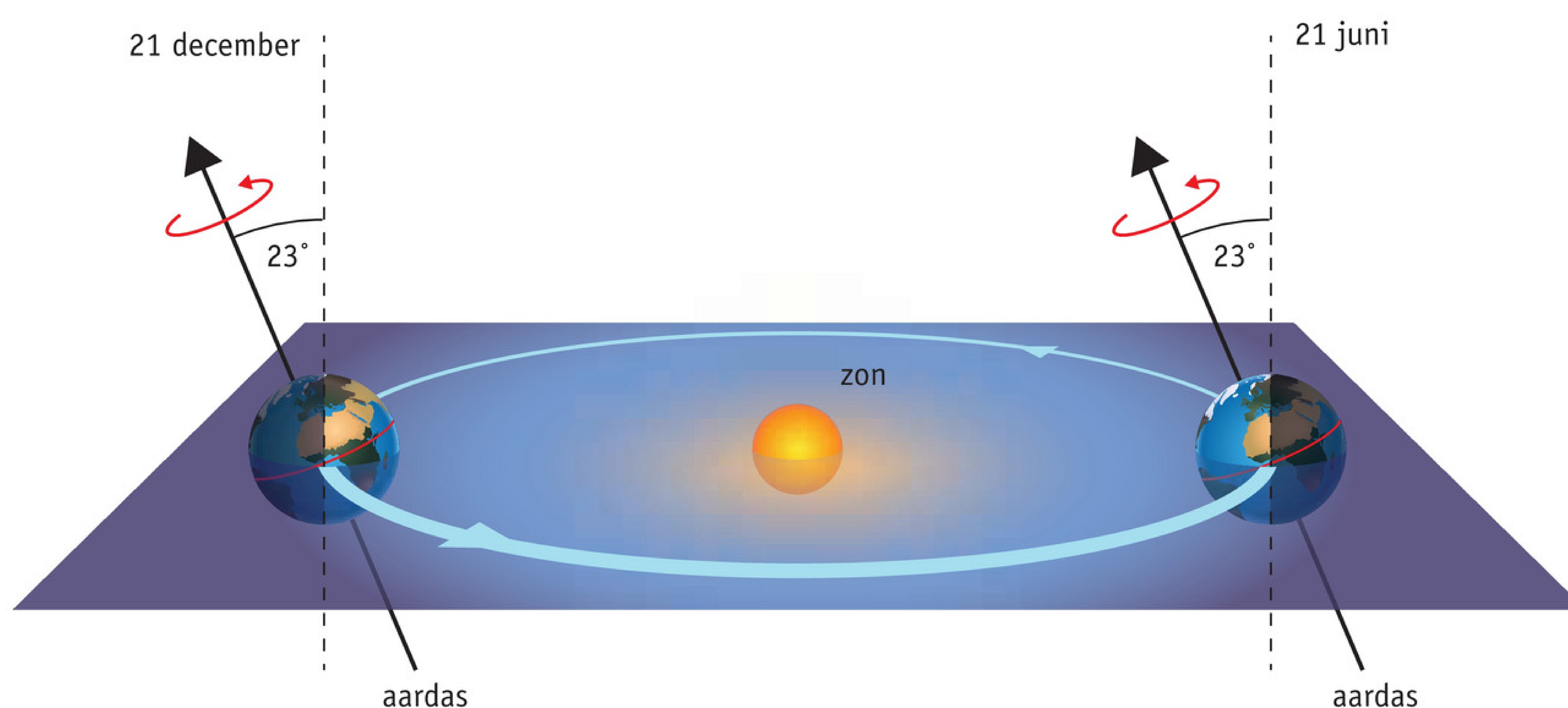
De aarde beweegt rond de zon op een afstand van gemiddeld 150 miljoen km (afbeelding 4). De weg die de aarde volgt rond de zon noem je een **baan**. De baan van de aarde heeft de vorm van een cirkel die een beetje uitgerekt is.
De aarde maakt in één jaar een complete ronde rond de zon. Je zegt daarom dat de aarde een **omlooptijd** heeft van één jaar. De aarde is op 25 mei 2023 op een bepaalde plek van de ronde. Op 25 mei 2024 is de aarde weer precies op diezelfde plek.



afbeelding 4 De omlooptijd van de aarde is één jaar (niet op schaal).

DE SEIZOENEN

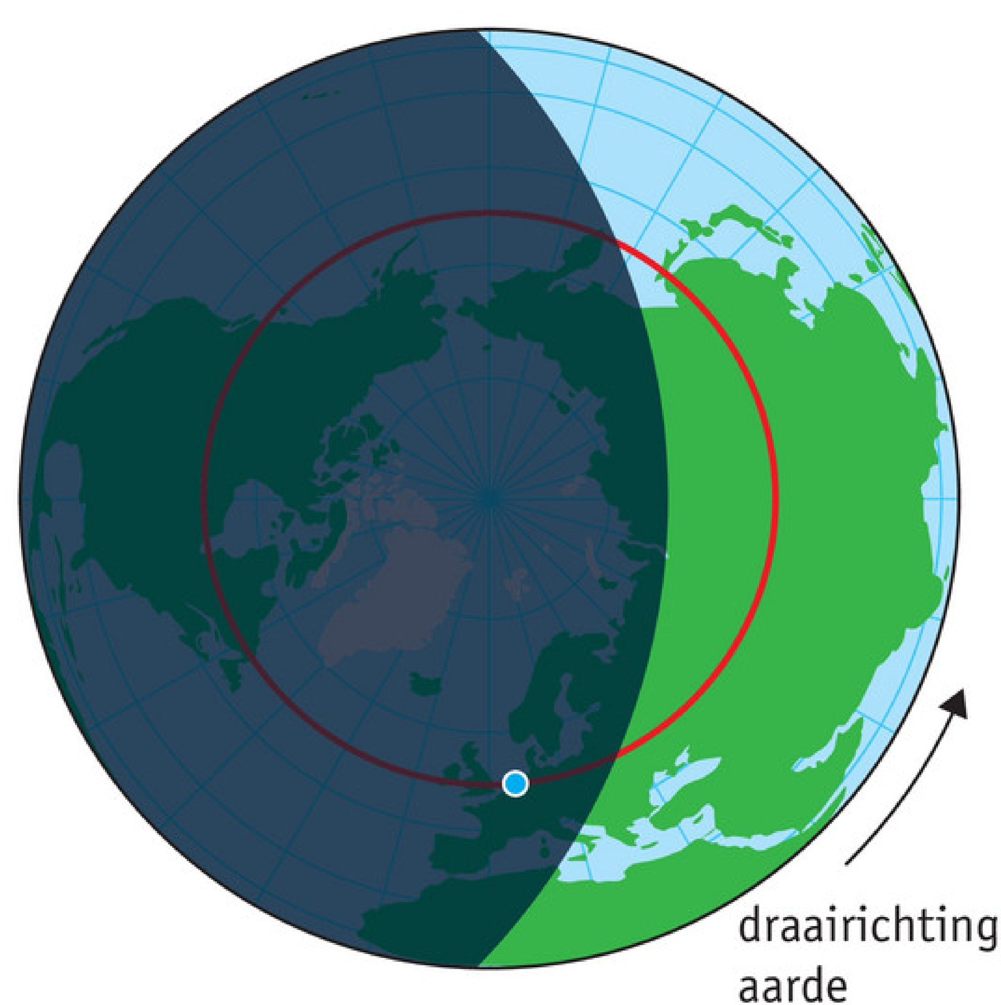
In afbeelding 5 zie je dat de aardas een beetje schuin staat. De baan van de aarde om de zon ligt in een vlak. Zet je een loodlijn op dat vlak, dan maakt de aardas een hoek van 23° met die lijn. Hierdoor is een deel van het jaar de noordelijke helft van de aarde naar de zon toe gekeerd. Het is dan zomer in Nederland. Een half jaar later is de noordelijke helft van de aarde van de zon af gekeerd. In Nederland is het dan winter.



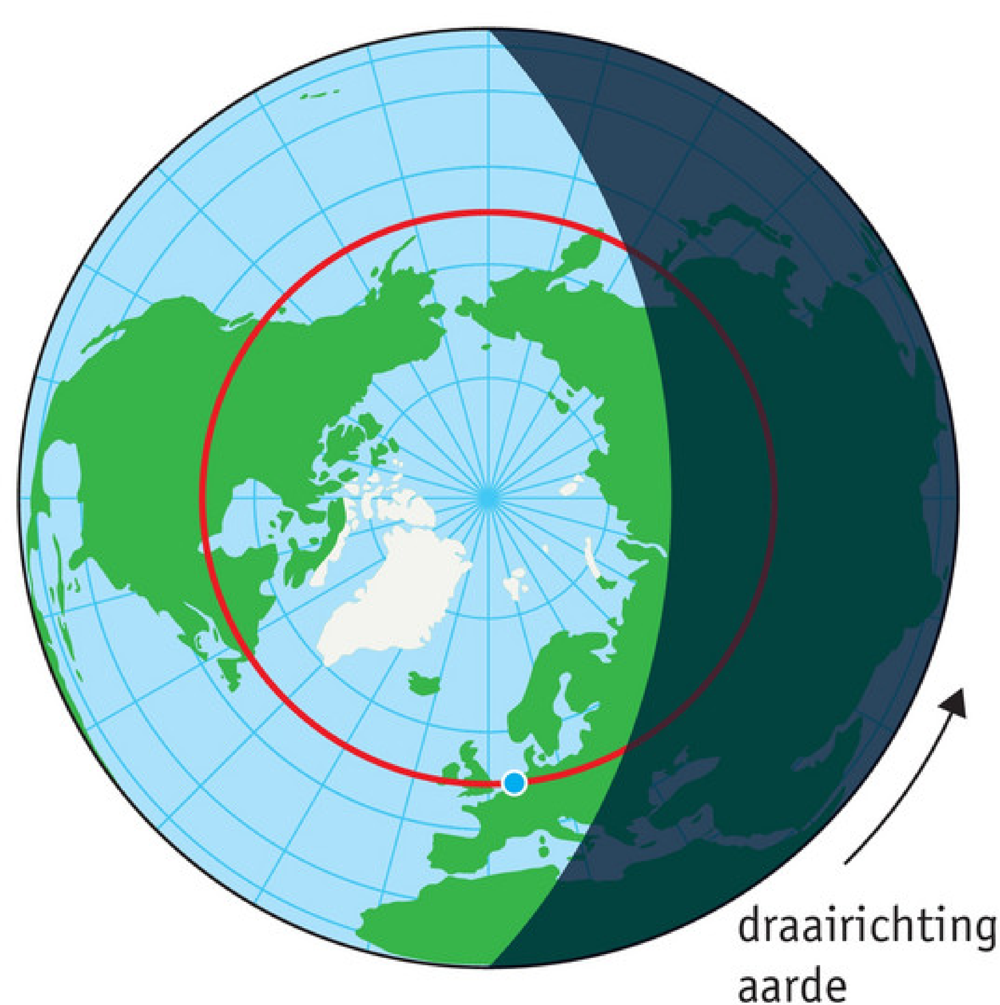
afbeelding 5 De aarde draait rond de zon en rond de aardas (niet op schaal).

Op 21 december is de noordpool het verst van de zon afgekeerd. In afbeelding 6 is getekend hoe het zonlicht dan op de aarde valt. Op het grootste deel van de noordelijke helft van de aarde is het donker. Op deze datum duurt de nacht hier het langst en de dag het kortst. Bij de noordpool is het 24 uur per dag donker.

Een half jaar later, op 21 juni, is de aarde aan de andere kant van de zon. De noordpool is nu naar de zon toe gekeerd. Het grootste deel van de noordelijke helft wordt belicht door de zon (afbeelding 7). Op deze datum duurt de nacht hier het kortst en de dag het langst.



afbeelding 6 De aarde gezien van boven de noordpool, op 21 december.



afbeelding 7 De aarde gezien van boven de noordpool, op 21 juni.

DE MAAN

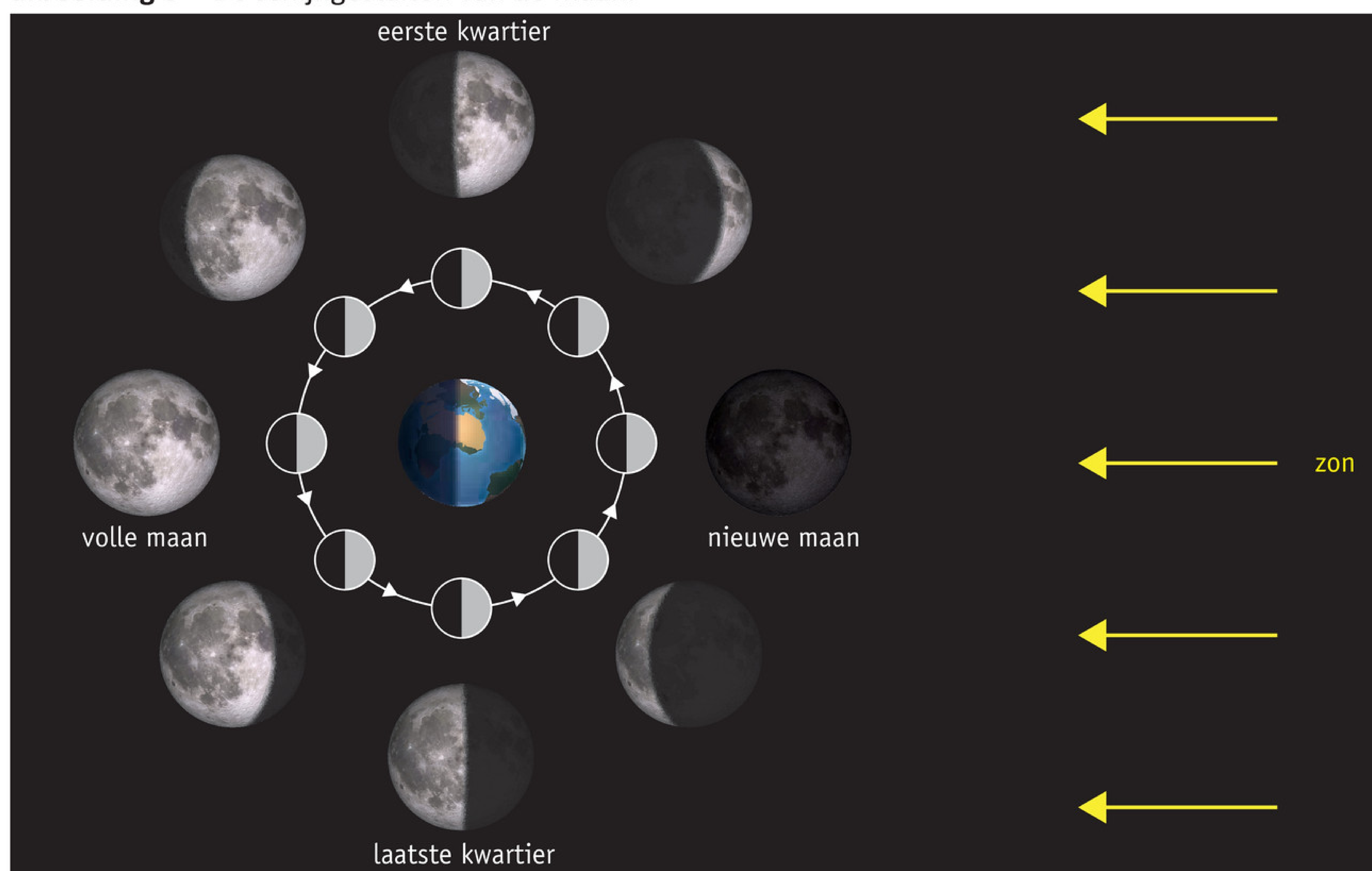
PROEF 2

Na de zon valt de maan het meest op aan de hemel. De maan geeft zelf geen licht. Je ziet de maan doordat deze door de zon wordt verlicht.

De maan draait in een baan rond de aarde, net zoals de aarde rond de zon draait (afbeelding 8). Eén keer in ongeveer 29 dagen staat de maan tussen de aarde en de zon in. De donkere kant is dan naar de aarde toegekeerd. Je ziet de maan dan niet. Dit noem je **nieuwe maan**. Ruim 14 dagen later staat de maan aan de andere kant van de aarde. Je kijkt dan tegen het verlichte deel aan. Dan is het **volle maan**.

Na elke nieuwe maan groeit de maan in ruim 14 dagen uit van een smal sikkeltje tot een ronde schijf. Daarna krimpt de maan weer, tot het na ongeveer 29 dagen opnieuw nieuwe maan is. Je noemt die verschillende gedaanten van de maan **schijngestalten** of **fasen**. De fasen bij afnemende maan zijn het spiegelbeeld van de fasen bij groeiende (of wassende) maan.

afbeelding 8 De schijngestalten van de maan.



In de binnenste cirkel draait de maan rond de aarde. De maan wordt aan één kant belicht door de zon. In de buitenste cirkel is de maan afgebeeld zoals je hem ziet vanaf de aarde.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS ZONSVERDUISTERINGEN

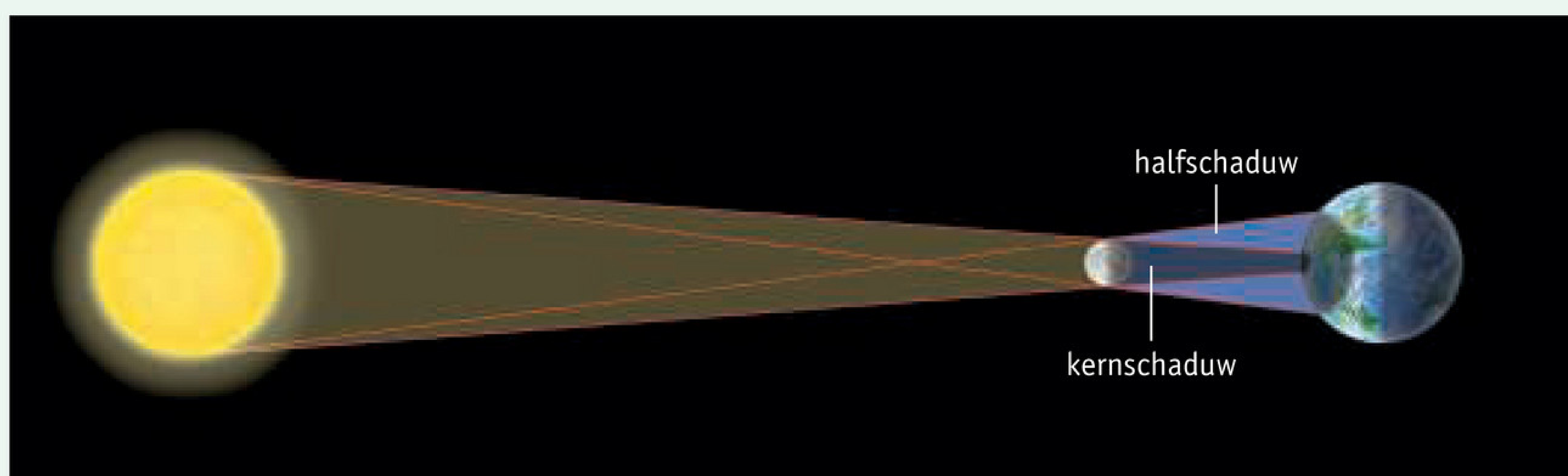
Een zonsverduistering ontstaat doordat de maan, vanuit de aarde gezien, voor de zon langs beweegt. Het begint ermee dat de maan een hapje neemt uit de zonneschijf. Dat hapje groeit al gauw tot een flinke hap. Op een gegeven moment staat de maan recht voor de zon. De zonsverduistering is dan totaal (afbeelding 9). Het wordt dan donker om je heen en je kunt de sterren aan de hemel zien staan.

afbeelding 9 Een zonsverduistering.



De zwarte schijf is de maan.

Bij een zonsverduistering beweegt de aarde door de kegelvormige schaduw van de maan (afbeelding 10). Een klein gebied op aarde ligt dan in de kernschaduw van de maan. Daar is op dat moment een volledige zonsverduistering te zien. De mensen in het gebied daaromheen bevinden zich in de halfschaduw van de maan. Zij zien de zon gedeeltelijk verduisterd.



afbeelding 10 De zon, de aarde en de maan bij een zonsverduistering (niet op schaal).

De maan verduistert de zon niet bij elke nieuwe maan. Dat komt doordat de baan van de maan niet in hetzelfde vlak ligt als de baan van de aarde om de zon (het gekleurde vlak in afbeelding 5). Tijdens de ene helft van zijn omloop beweegt de maan boven dit vlak, tijdens de andere helft eronder. Daardoor beweegt de maan bij nieuwe maan meestal (vanuit de aarde gezien) net iets boven of onder de zon langs. Alleen als de maan bij nieuwe maan het vlak passeert, ontstaat er een zonsverduistering.

LEERSTOF

1 Vul in.

a De baan van de aarde om de zon heeft bijna de vorm van een ....

b De .... van de aarde rond de zon is één jaar.

c Je kijkt tegen het donkere deel van de maan aan bij .... maan.

Je ziet het verlichte deel helemaal bij .... maan.

d De lijn door de aarde van de noordpool naar de zuidpool, waar de aarde om draait,

noem je de ....

e Het is zomer in Nederland als de .... helft van de aarde naar de zon toe gekeerd is.

2 Is de uitspraak waar of onwaar?

a De maan is alleen zichtbaar doordat hij door de zon wordt verlicht. *waar* / *onwaar*

b De zon en de maan verschillen in grootte maar weinig van elkaar. *waar* / *onwaar*

c De aarde draait in een jaar om haar eigen as. *waar* / *onwaar*

d De maan draait in een baan rond de zon. *waar* / *onwaar*

e 21 december is op de zuidelijke helft van de aarde de langste dag van het jaar. *waar* / *onwaar*

3

a De buitenkant van de zon heeft een temperatuur van ongeveer .... °C.

b De binnenkant van de zon is *heter* / *koeler* dan de buitenkant.

TOEPASSING

4 De eenheden dag en jaar zijn afgeleid van de bewegingen van de aarde.

a Hoe hangt een dag samen met de beweging van de aarde?

....

b Hoe hangt een jaar samen met de beweging van de aarde?

....

5 Waarom is het in Nederland in juli zomer?

○ A Omdat de zon dan dicht bij de aarde staat.

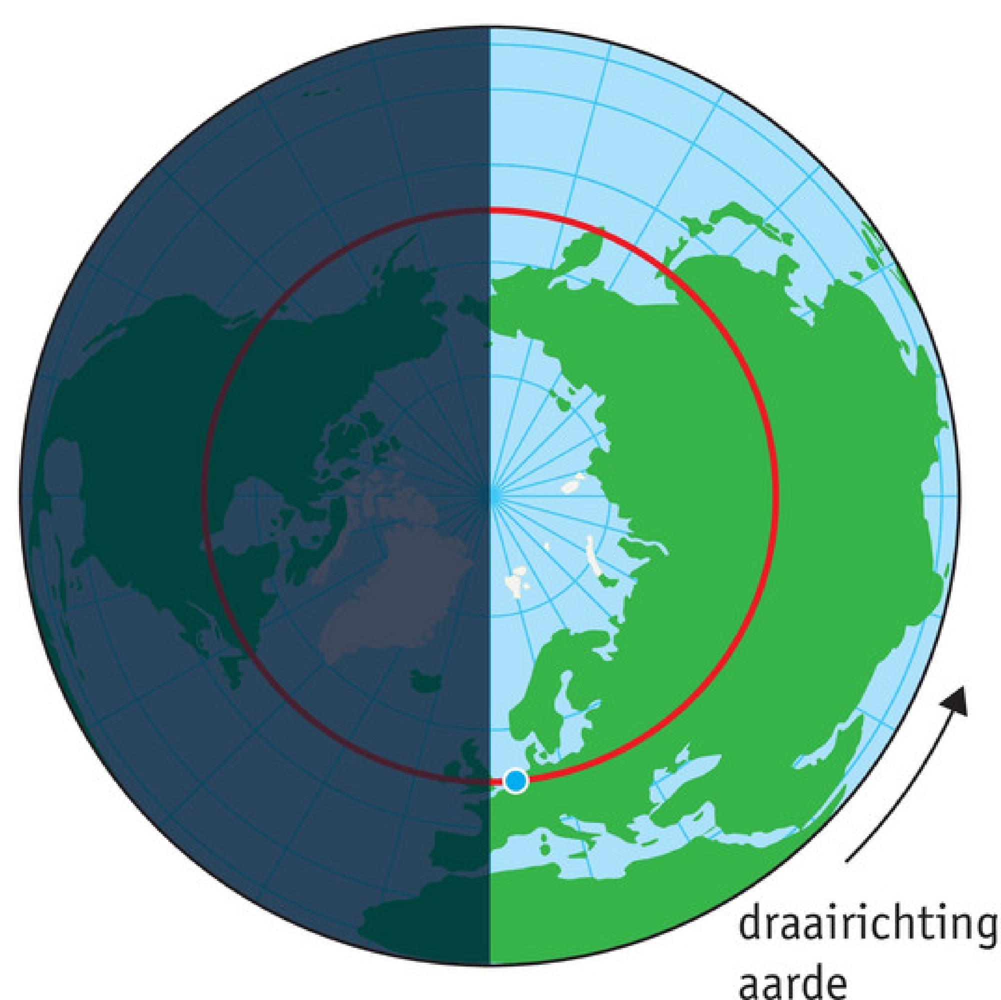
○ B Omdat het noordelijke deel van de aarde dan naar de zon is gekeerd.

6 In afbeelding 11 bekijk je de aarde van boven de noordpool op 21 maart. Nederland draait rond in de rode cirkel.

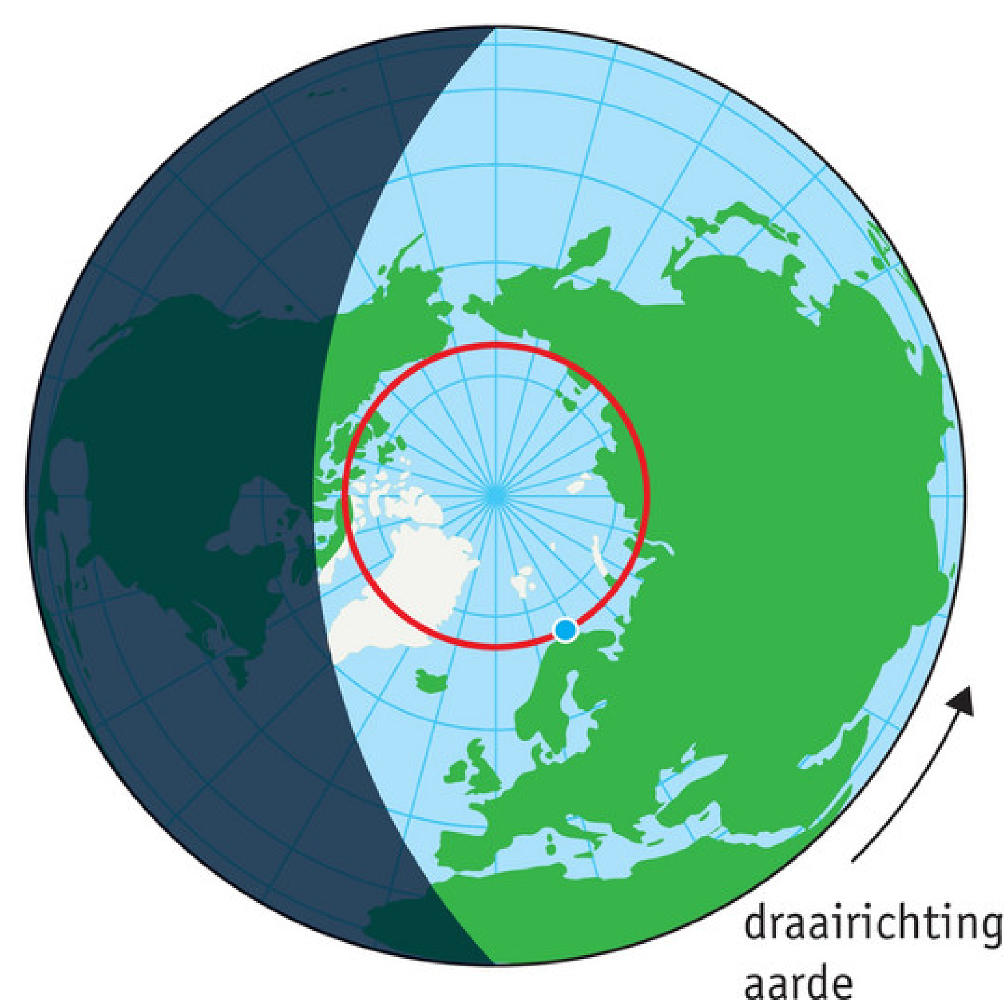
a Hoelang duurt de nacht op 21 maart? .... uur

b Hoelang duurt de dag op 21 maart? .... uur

c Op welke andere dag van het jaar wordt de aarde net zo door de zon beschenen als op 21 maart?
- ○ A 21 juli
- ○ B 21 augustus
- ○ C 21 september
- ○ D 21 oktober



afbeelding 11 De aarde gezien van boven de noordpool, op 21 maart.



afbeelding 12 De aarde gezien van boven de noordpool, op 21 juni.

7 In afbeelding 12 bekijk je de aarde van boven de noordpool op 21 juni. De blauwe stip geeft de plaats van de Noordkaap aan, het noordelijkste punt van Europa. De rode cirkel is de weg die de Noordkaap aflegt als de aarde draait.

a Hoelang duurt de nacht op de Noordkaap op 21 juni? .... uur

b Hoelang duurt de nacht op de Noordkaap op 21 december? .... uur

8 Op 1 april 2022 is het nieuwe maan.

a Op welke dag is het dan volle maan?
- ○ A 9 april 2022
- ○ B 16 april 2022
- ○ C 23 april 2022
- ○ D 30 april 2022

b Op welke dag is het dan weer nieuwe maan?
- ○ A 16 april 2022
- ○ B 23 april 2022
- ○ C 30 april 2022
- ○ D 9 mei 2022

9 In afbeelding 13 kun je zien hoe de maan eruitzag in een periode van twee weken in oktober 2020. Onder elke foto staat de tijd van de maanopkomst en de maanondergang.

a Wat kun je zeggen over het moment waarop de maan elke dag opkomt?

....

....

b Wanneer gaat de maan 's ochtends op en 's avond onder, net als de zon?

- ○ A bij nieuwe maan
- ○ B bij eerste kwartier
- ○ C bij volle maan
- ○ D bij laatste kwartier

c Waar is de maan dan ten opzichte van de aarde en de zon?

....

d Wanneer gaat de maan laat in de middag op en 's ochtends onder, dus net andersom dan de zon?

- ○ A bij nieuwe maan
- ○ B bij eerste kwartier
- ○ C bij volle maan
- ○ D bij laatste kwartier

e Waar is de maan dan ten opzichte van de aarde en de zon?

....

afbeelding 13 Maanopkomst en maanondergang van 16 tot en met 31 oktober 2020.

op: 09.33 onder: 17.45	op: 10.55 onder: 18.30	op: 12.03 onder: 19.28	op: 12.56 onder: 20.36	op: 13.35 onder: 21.50
op: 14.03 onder: 23.04	op: 14.24 onder: 00.17*	op: 14.42 onder: 01.27*	op: 14.57 onder: 02.36*	op: 15.10 onder: 03.43*
op: 15.24 onder: 04.51*	op: 15.39 onder: 05.59*	op: 15.56 onder: 07.09*	op: 16.16 onder: 08.19*	op: 16.42 onder: 09.26*

* op de volgende dag

10 De diameter van de zon is ongeveer 3,6 keer zo groot als de afstand van de aarde tot de maan.
Bereken de afstand van de aarde tot de maan in km.

gegevens diameter zon = ... km

afstand aarde-maan is .... keer kleiner dan de diameter van de zon

gevraagd afstand aarde-maan = ?

uitwerking afstand aarde-maan = $\frac{\text{diameter zon}}{\text{.........}}$ .... km

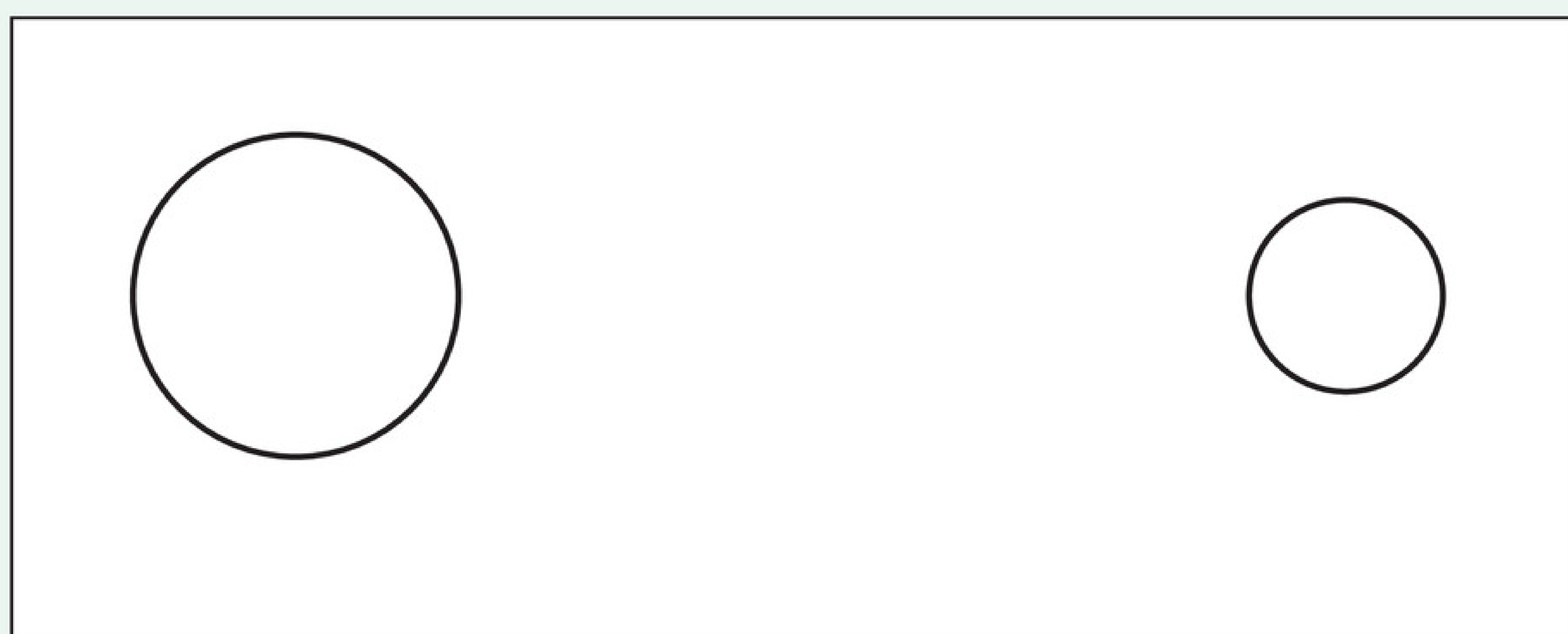

Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS ZONSVERDUISTERINGEN

11 Bij een zonsverduistering staat de *aarde* / *maan* tussen de zon en de *aarde* / *maan*.

12 De tekening van een zonsverduistering in afbeelding 14 is nog niet af. Je ziet alleen de aarde en de zon.

a Zet de juiste namen bij deze hemellichamen. Maak daarna de tekening af door de maan en de kernschaduw van de maan te tekenen.



afbeelding 14 Een zonsverduistering.

b Waarom is een totale zonsverduistering maar in een klein gebied op aarde te zien?

....

....

....

c Het komt vaak voor dat een zonsverduistering nergens op aarde volledig is. Je kunt dan zien dat de maan een flinke hap uit de zon neemt, maar daar blijft het bij. De zon wordt nergens op aarde volledig verduisterd.
Leg uit hoe zo'n gedeeltelijke zonsverduistering ontstaat. Gebruik de woorden 'kernschaduw' en 'halfschaduw'.

....

....

....

....

....

★ **13** Het gebied waarin een zonsverduistering te zien is, beweegt met grote snelheid over de aarde. De zonsverduistering van 14 oktober 2023 is bijvoorbeeld het eerst te zien aan de westkust van de Verenigde Staten en ongeveer 4 uur later voor het laatst in het oosten van Brazilië.
Geef twee oorzaken waardoor de kernschaduw van de maan over het aardoppervlak beweegt.

....

....

....

....

....

2 Het zonnestelsel

LEERDOELEN

7.2.1 Je kunt beschrijven hoe de sterren (vanaf de aarde) langs de hemel lijken te bewegen.
7.2.2 Je kunt uitleggen waardoor de schijnbare beweging van de sterren wordt veroorzaakt.
7.2.3 Je kunt uitleggen hoe een sterrenkundige planeten kan onderscheiden van sterren.
7.2.4 Je kunt beschrijven hoe de planeten in het zonnestelsel rond de zon bewegen.
7.2.5 Je kunt de namen van de planeten noemen, in volgorde van hun afstand tot de zon.
7.2.6 Je kunt beschrijven wat dwergplaneten en planetoïden zijn.
7.2.7 Je kunt beschrijven wat een maan is.
PLUS 7.2.8 Je kunt beschrijven wat kometen, meteoroïden, meteoren en meteorieten zijn.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN							
	7.2.1	7.2.2	7.2.3	7.2.4	7.2.5	7.2.6	7.2.7	7.2.8
Onthouden	2bcd	2a	1a	1b	3	4ab	1c	14ab
Begrijpen	8b		9a	6ab, 12abc		11abc		14c, 16
Toepassen	8a			6c, 10		5, 11d, 13abc	7	15
Analyseren	8c		9b, 12de				6	

Sterren aan de hemel staan op een vaste plaats ten opzichte van elkaar. Maar soms zie je een 'ster' die zich iedere nacht een beetje verplaatst ten opzichte van de andere sterren. Zo'n 'dwaalster' is in werkelijkheid geen ster, maar een planeet. Deze hemellichamen horen bij ons zonnestelsel.

DE STERRENHEMEL

De zon, de maan en de sterren zijn hemellichamen. Een **hemellichaam** is een voorwerp dat zweeft in het heelal en niet door mensen is gemaakt. Sommige hemellichamen kun je zien, bijvoorbeeld de sterren.

Als je sterren goed wilt zien, moet je ergens naartoe gaan waar het 's nachts echt donker is (afbeelding 1). In Nederland is dat lastig: er is te veel licht uit andere lichtbronnen. Op afgelegen plaatsen, ver van grote steden, gaat het beter. Daar kun je op een heldere nacht zonder maan meer dan tweeduizend sterren aan de hemel zien staan. Als je naar de hemel kijkt, zie je de sterren op een vaste afstand van elkaar staan op een grote halve bol, de **sterrenhemel**. De sterren lijken voor ons op een halve bol te staan, omdat ze heel ver weg staan.



afbeelding 1 De sterrenhemel zie je het best op plaatsen waar het heel donker is.

Als je sterren een tijdje volgt, zie je dat ze langs de hemelbol bewegen. In het oosten komen voortdurend sterren op. Ze bewegen schuin omhoog, in een grote boog, naar het zuiden. Daar bereiken ze hun hoogste punt. Daarna dalen ze weer, tot je ze in het westen onder de horizon ziet verdwijnen.
De sterren lijken te bewegen, maar eigenlijk ben jij degene die beweegt. De sterren staan stil en de aarde draait rond de aardas. Dat de sterren van het oosten naar het westen bewegen, komt doordat de aarde juist van het westen naar het oosten draait, dus tegen de wijzers van de klok in.

Sterren die in het noordoosten opkomen, blijven lang boven de horizon. Ze bereiken hun hoogste punt (bijna) recht boven je hoofd. En in het noorden zijn er sterren die helemaal niet ondergaan. Ze bewegen in grote cirkels rond een centraal punt, hoog aan de hemel (afbeelding 2). Dit punt noem je de **noordelijke hemelpool**. Hier staat een heldere ster, die de Poolster wordt genoemd.



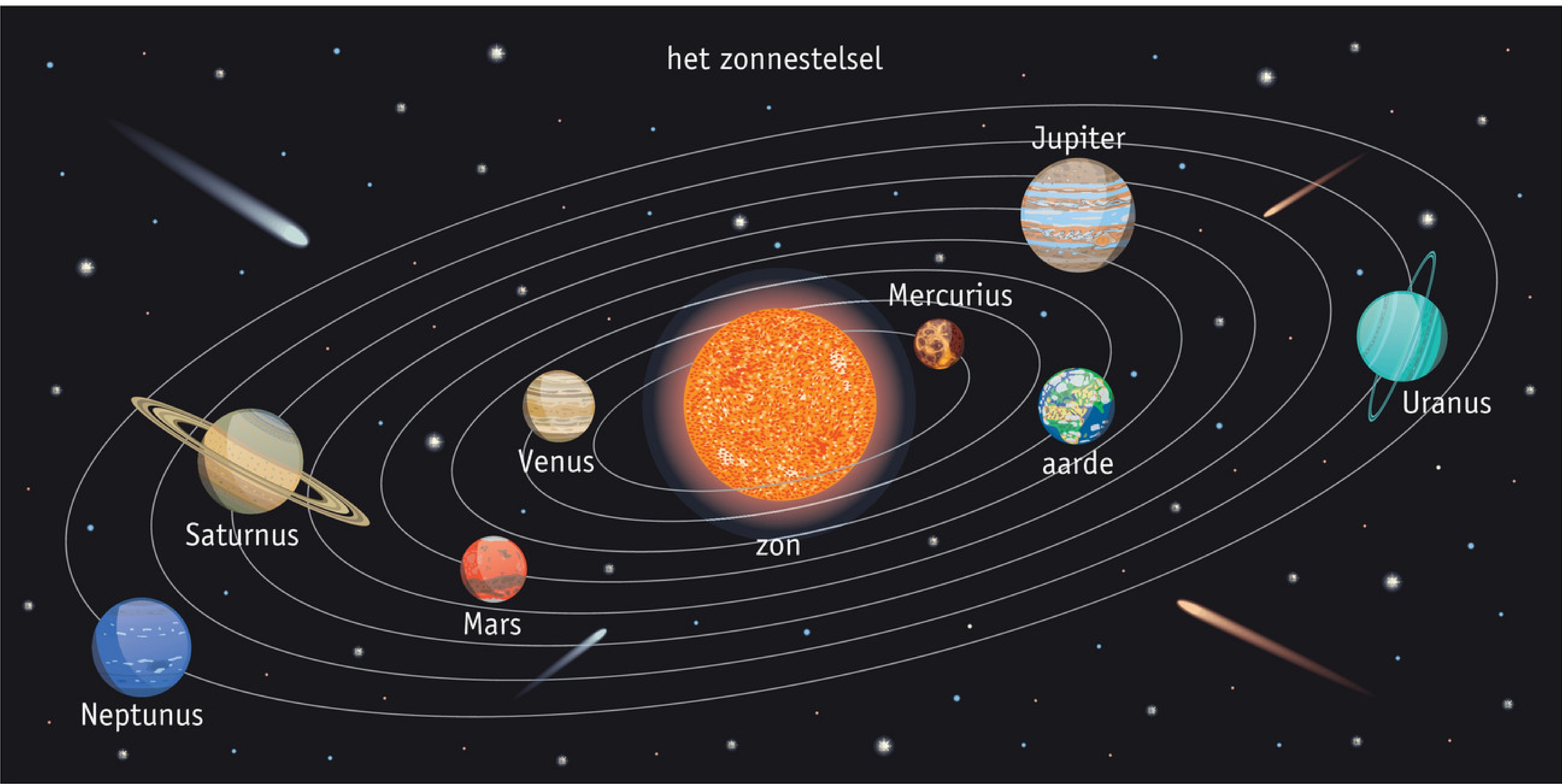
afbeelding 2 Sterren bewegen in banen rond de noordelijke hemelpool.

PLANETEN

Planeten lijken vanaf de aarde gezien veel op sterren. Met het blote oog zien ze eruit als kleine lichtpunten. Als je sterren en planeten door een telescoop bekijkt, is er wel een verschil. Een ster blijft dan een punt. De telescoop zorgt er alleen voor dat de ster helderder wordt. Maar een **planeet** wordt dan een schijf, met een eigen, kenmerkend uiterlijk. Een planeet geeft zelf geen licht, zoals een ster, maar weerkaatst het licht van de zon, net als de maan.

Voor sterrenkundigen is er nog een ander, belangrijk verschil. Sterren hebben een vaste plaats aan de sterrenhemel. Ten opzichte van elkaar bewegen ze niet. Bij planeten is dat anders. Planeten bewegen in een baan rond de zon. De baan van de planeten is bijna cirkelvormig. De zon met de planeten die eromheen draaien noem je het **zonnestelsel**.

De aarde is een van de planeten. Naast de aarde draaien nog zeven andere planeten in een baan rond de zon. In afbeelding 3 zie je een model van het zonnestelsel. Het model is niet op schaal. In werkelijkheid zijn alle afstanden veel groter. Ook de zon en de planeten zijn niet op schaal getekend. Elke planeet draait op zijn eigen afstand rond de zon (tabel 1).



afbeelding 3 Een model van het zonnestelsel (niet op schaal).

tabel 1 Afstand tot de zon van de acht planeten.

planeet	afstand tot de zon (in km)
Mercurius	58 miljoen
Venus	108 miljoen
aarde	150 miljoen
Mars	228 miljoen
Jupiter	778 miljoen
Saturnus	1434 miljoen
Uranus	2870 miljoen
Neptunus	4500 miljoen

DWERGPLANETEN EN PLANETOÏDEN

Rond de zon draaien niet alleen planeten, maar ook vijf **dwergplaneten**. Dwergplaneten hebben een mooie ronde vorm, maar zijn veel kleiner dan planeten. Net als planeten geven dwergplaneten zelf geen licht.

De bekendste dwergplaneet is Pluto, die in 1930 is ontdekt. Pluto staat nog verder weg van de zon dan Neptunus. Tot 2006 werd Pluto de negende planeet genoemd, maar wetenschappers vonden hem uiteindelijk te klein. Nu is het geen planeet meer, maar een dwergplaneet (afbeelding 4).

Rond de zon draaien ook miljarden **planetoïden**. Dit zijn kleine en grote rotsblokken met een onregelmatige vorm. De meeste van deze rotsblokken draaien in een baan tussen de planeten Mars en Jupiter. Dit is de zogeheten planetoïdengordel. Sommige van deze planetoïden draaien niet in een mooie cirkelbaan rond de zon, maar in een uitgerekte cirkel (een ellips). Hierdoor kan een planetoïde soms gevaarlijk dicht in de buurt van de aarde komen, en in de toekomst mogelijk met de aarde botsen.



afbeelding 4 Dwergplaneet Pluto.



afbeelding 5 Phobos, een maan van Mars die eruitziet als een aardappel.

MANEN

Een **maan** is een hemellichaam dat rond een planeet draait. De aarde heeft één maan, maar er zijn ook planeten met heel veel manen.

Manen zijn heel verschillend van grootte. De grootste maan is Ganymedes. Deze draait in een baan rond Jupiter. Ganymedes is groter dan de planeet Mercurius. Er zijn ook manen die veel kleiner zijn. Bijvoorbeeld Phobos, een van de manen die rond Mars draaien. Deze maan heeft de vorm van een aardappel (afbeelding 5). Hij is 27 km lang, 21 km breed en 19 km hoog.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS KOMETEN EN METEOROÏDEN

In afbeelding 6 zie je een komeet. Dat is een hemellichaam dat in een erg uitgerekte baan rond de zon draait. Kometen bestaan uit ijs, gemengd met stof en gruis. Als een komeet dicht bij de zon komt, vervluchtigt een deel van het ijs door de warmte van de zon. Het gas vormt een uitgestrekte, ijle wolk rond de komeet en een miljoenen kilometerslange staart (afbeelding 6).



afbeelding 6 De komeet Hale-Bopp in maart 1997.

Behalve kometen zweven er ook ontelbare kleine stukjes steen en gruis door het zonnestelsel. Die noem je meteoroïden. Deze zijn vaak afgebroken van kometen of planetoïden. Soms dringt een meteoroïde de atmosfeer van de aarde binnen. Wetenschappers noemen zo'n 'indringer' dan een meteoor. Omdat de meteoor een zeer grote snelheid heeft, komt er bij het afremmen door de lucht heel veel warmte vrij en gaat hij gloeien. Je kunt hem dan aan de hemel zien als een 'vallende ster'. Sommige meteoren zijn groot genoeg om het aardoppervlak te bereiken voordat ze volledig verdampen (afbeelding 7). In dat geval spreek je van een meteoriet.

afbeelding 7 Inslagkrater van een meteoriet in Arizona (Verenigde Staten).



De krater is 200 m diep en heeft een doorsnede van 1200 m.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Planeten geven zelf geen licht. Je kunt ze alleen zien doordat ze het licht van de zon ...., net als de ....

b Een planeet draait rond de ....

c Een maan draait rond een ....

2 Vul in.

a De beweging van de sterren aan de sterrenhemel wordt veroorzaakt door de draaiing van de aarde om de ....

b Veel sterren komen net als de zon op in het .... en gaan onder in het ....

c Sterren die nooit ondergaan zie je in het ....

d Sterren bewegen in cirkels aan de sterrenhemel rond een centraal punt: de ....

3 Zet de planeten van het zonnestelsel in de juiste volgorde. Begin met de planeet die het dichtst bij de zon staat.

A aarde
B Jupiter
C Mars
D Mercurius
E Neptunus
F Saturnus
G Uranus
H Venus

....

4

a Welk hemellichaam is rond? een *dwergplaneet* / *planetoïde*

b Rond de zon draaien allerlei rotsblokken met een onregelmatige vorm. Hoe noem je die rotsblokken?

○ A dwergplaneten
○ B planeten
○ C planetoïden

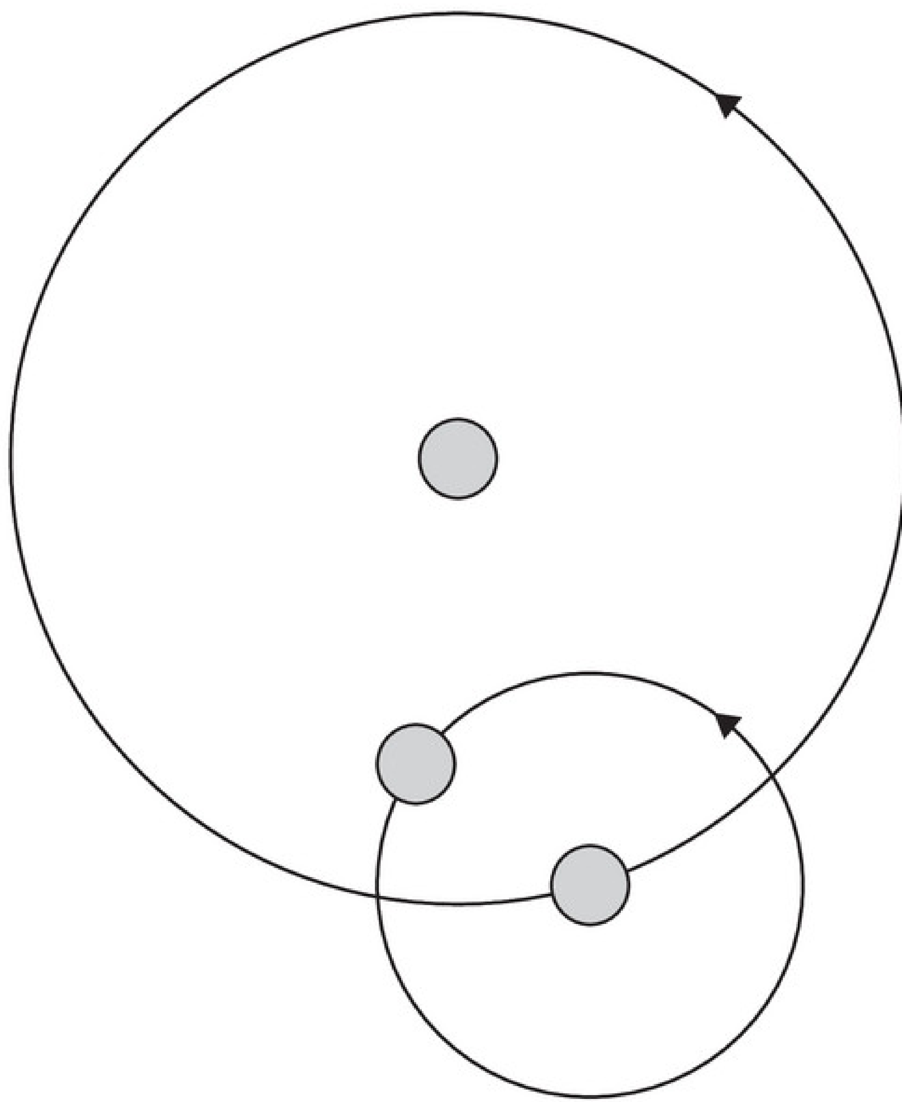
TOEPASSING

5 In 2010 landde een ruimtevaartuig op het hemellichaam Itokawa. Je ziet dit hemellichaam in afbeelding 8. Itokawa is een *dwergplaneet* / *planetoïde*.



afbeelding 8 Itokawa.

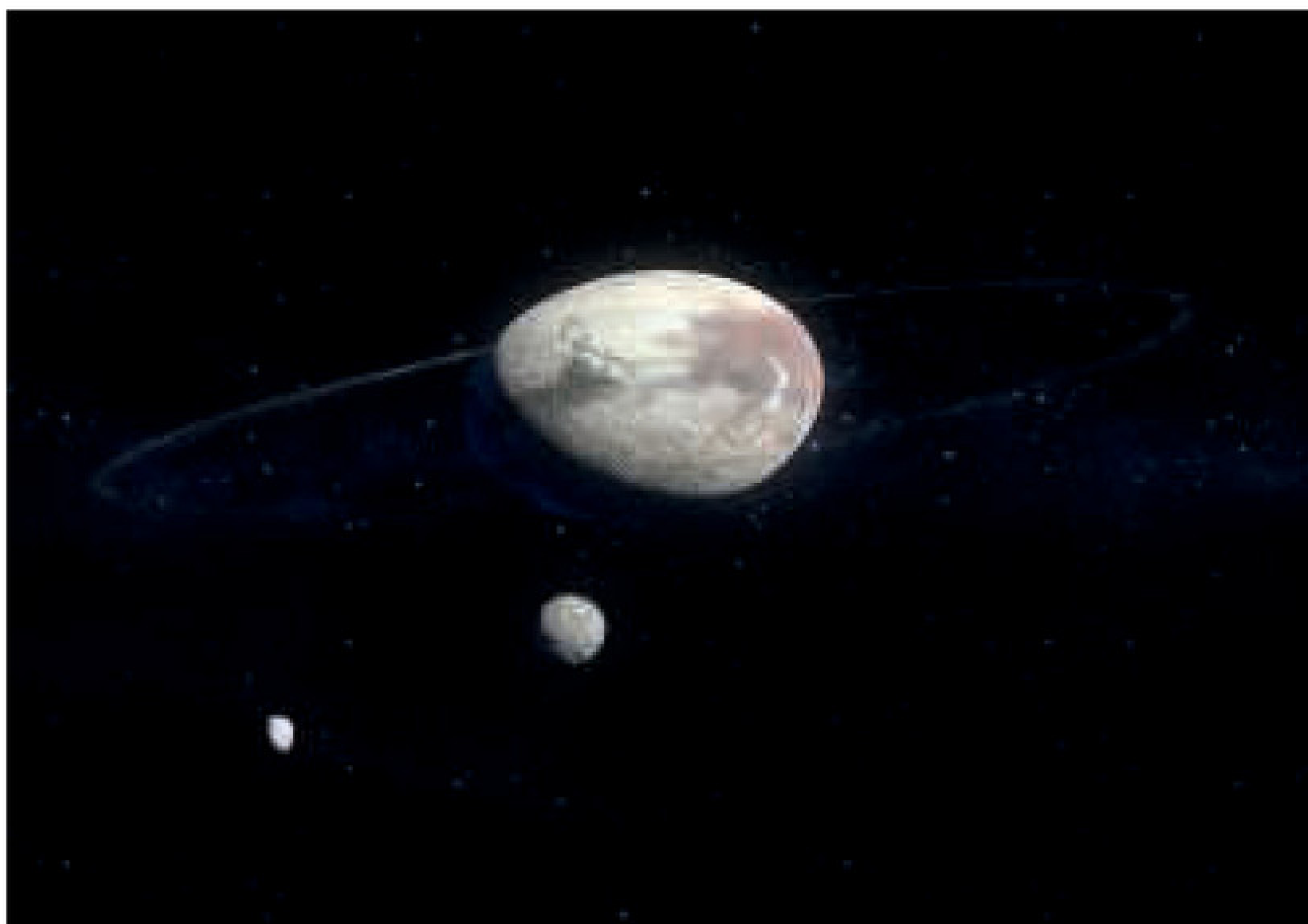
6 In afbeelding 9 zie je bolletjes die om elkaar heen draaien. De drie bolletjes zijn de hemellichamen: *Ganymedes – Jupiter – zon*.
Zet de juiste naam bij elk hemellichaam.



afbeelding 9 Drie hemellichamen draaien om elkaar heen.

7 In afbeelding 10 zie je dwergplaneet Haumea. Rond deze dwergplaneet draaien twee andere hemellichamen.
Wat voor hemellichamen zijn dit?

- ○ A dwergplaneten
- ○ B manen
- ○ C planetoïden



afbeelding 10 Dwergplaneet Haumea.

8 In afbeelding 11 zie je een tijdopname van de sterrenhemel. Zo'n opname wordt gemaakt met een camera op een statief. De fotograaf laat de sluiter lange tijd openstaan. Op de foto worden dan de banen vastgelegd die de sterren langs de hemel beschrijven.

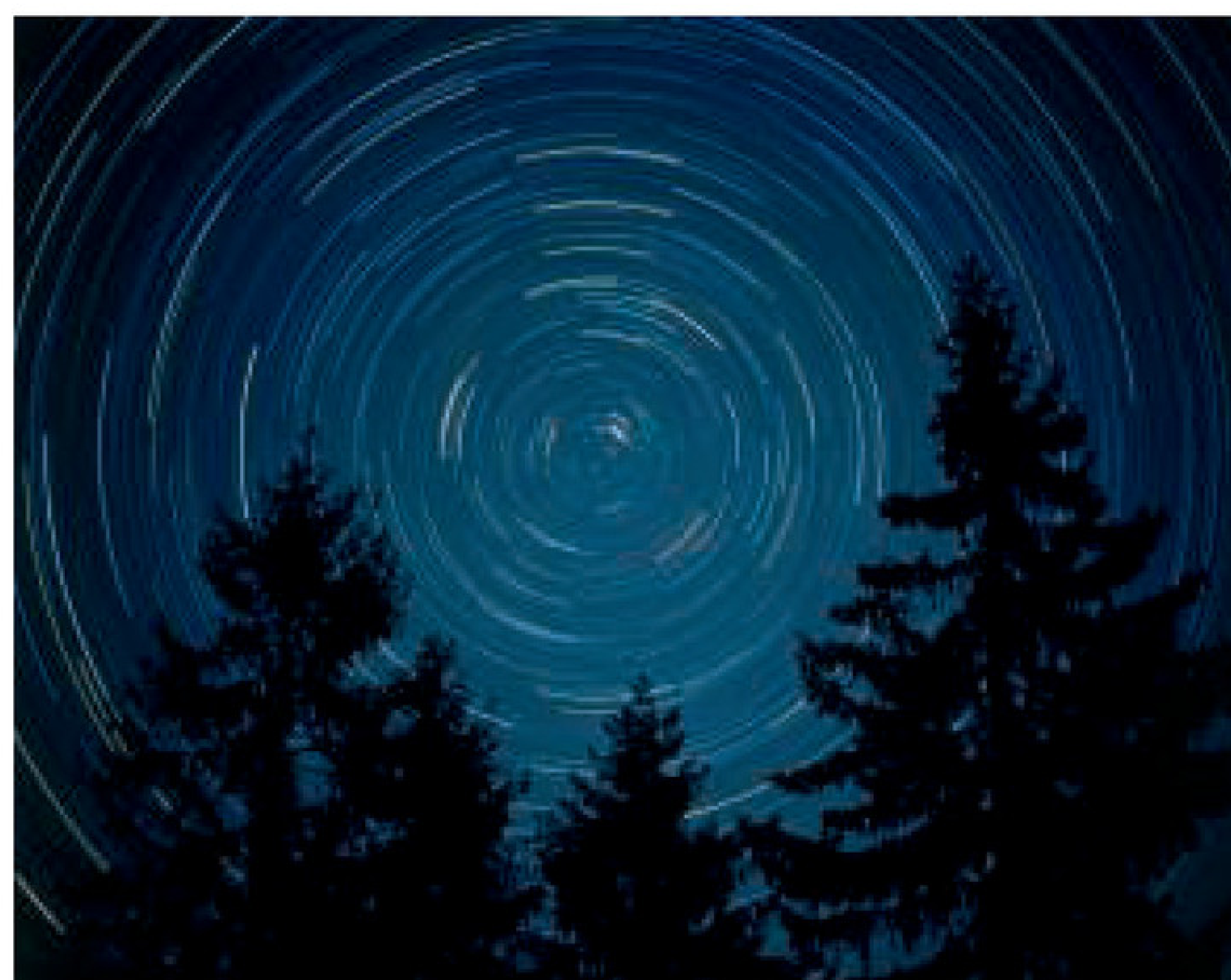
a Waaraan zie je dat deze foto richting het noorden genomen is?

....

....

....

....



afbeelding 11 Een tijdopname van de sterrenhemel.

b Hoe wordt het centrale punt genoemd waar alle sterren op de foto omheen draaien?

....

c Op de foto zie je elke ster een deel van een cirkel beschrijven (de lichte streepjes). Leg uit waarom het niet mogelijk is om een volledige cirkel vast te leggen.

....

....

....

9 Al lang voordat er telescopen waren, maakten mensen onderscheid tussen planeten en 'gewone' sterren.

a Hoe kun je zien dat een lichtpuntje aan de hemel geen 'gewone' ster is maar een planeet, als je verder geen hulpmiddelen hebt?

....

....

....

b In Nederland werden planeten vroeger ook wel 'dwaalsterren' genoemd. Leg uit waarom mensen deze naam gebruikten.

....

....

....

10 Leg uit op welke van de drie planeten Venus, aarde en Mars je de zon het grootst ziet.

....

....

11 Planetoïden zien er door een telescoop uit als kleine lichtpuntjes, net als sterren. Je herkent ze doordat ze bewegen ten opzichte van de sterren eromheen.

a In afbeelding 12a zie je een foto van een stukje sterrenhemel. Het lichtpuntje waar de pijl naar wijst, is een planetoïde.
Waar staat dezelfde planetoïde in afbeelding 12b? Zoek haar op en zet er een cirkel omheen.

b Zoek de planetoïde vervolgens op in afbeelding 12c en zet er ook hier een cirkel omheen.

c 'Planetoïde' betekent zoiets als: lijkend op een planeet, planeetachtige.
Hoe lijken planetoïden op planeten?

....

....

....

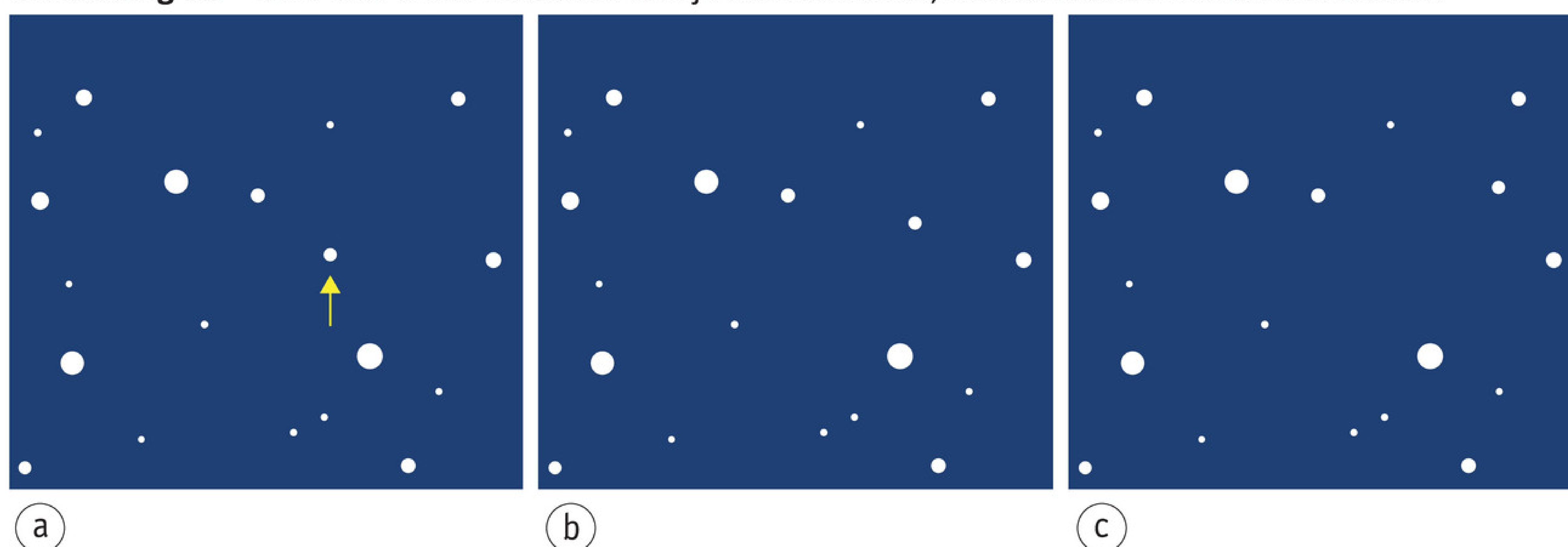
d Planetoïden vallen veel minder op aan de hemel dan planeten. Leg uit hoe dat komt.

....

....

....

afbeelding 12 Drie foto's van hetzelfde stukje sterrenhemel, met steeds 10 minuten ertussen.



★ 12 In afbeelding 13 zijn de aarde en Mars getekend op vijf verschillende tijdstippen (1 tot en met 5).

a Hoe kun je in de tekening zien dat de aarde sneller beweegt dan Mars?

....

....

b Teken de zon op de juiste plaats in afbeelding 13 en zet er het woord 'zon' bij.

c Op welk moment is de afstand tussen de aarde en Mars het kleinst?

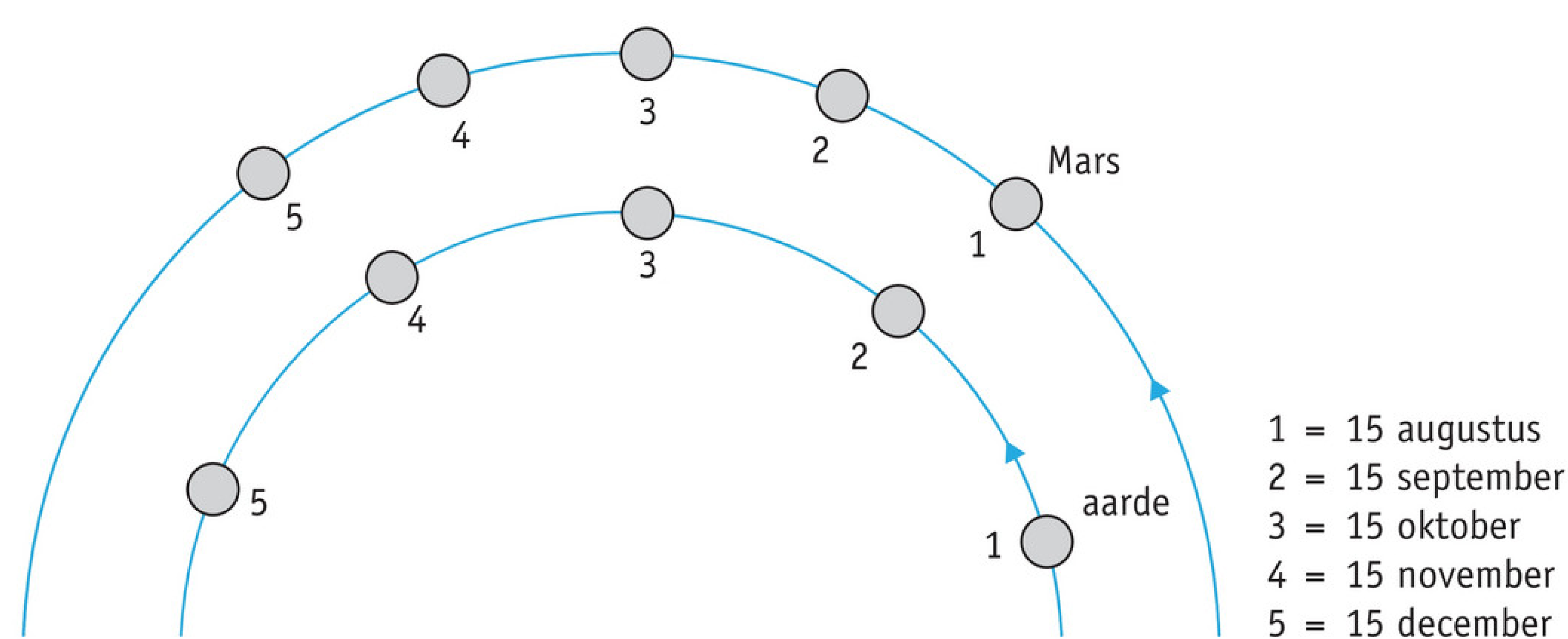
....

d Als je Mars bekijkt vanaf de aarde, zie je dat de helderheid van de planeet langzaam verandert.
In welke periode in afbeelding 13 wordt Mars steeds helderder?

....

e In welke periode neemt de helderheid van Mars steeds verder af?

....



afbeelding 13 Mars en de aarde in de tweede helft van 2020 (niet op schaal).

★ 13 Sterrenkundigen zijn in 2013 een grote zoektocht gestart naar planetoïden die gevaarlijk kunnen zijn (afbeelding 14). Deze planetoïden worden 'aardscheerders' genoemd, omdat hun baan vlak langs die van de aarde scheert en deze af en toe ook kruist.

a Waarom vormen de planetoïden in de planetoïdengordel geen gevaar voor de mensen op aarde?

....

....

b Op 9 februari 2018 passeerde planetoïde 2018 CB de aarde op een afstand van 64 000 km. De diameter van de aarde is 12 742 km.
Bereken hoeveel keer de diameter van de aarde 'past' in de afstand van 64 000 km.

....

....

....

....

....

....

....

c Sterrenkundigen zeiden na afloop dat planetoïde 2018 CB de aarde maar net gemist had.
Waarom zouden sterrenkundigen dat zo zeggen, denk je?

....

....

....

afbeelding 14 Een bericht over het opsporen van planetoïden.

De jacht op aardscheerders

In ons zonnestelsel slingeren heel wat ruimtestenen rond. Veel van deze brokken vormen geen gevaar voor de aarde. Maar af en toe komen we wel een gevaarlijke aardscheerder tegen, waarvan de baan die van de aarde kruist.
Sterrenkundigen noemen een planetoïde 'mogelijk gevaarlijk' als deze (in de toekomst) dicht bij de aarde in de buurt komt en groot genoeg is om bij een inslag grote schade aan te richten. Inmiddels hebben onderzoekers meer dan 18 000 aardscheerders ontdekt.
De grootste exemplaren zijn natuurlijk het makkelijkst te vinden. Naar schatting is zo'n 90% van alle aardscheerders groter dan een kilometer opgespoord. De uitdaging is nu om ook zoveel mogelijk kleinere (tot een omvang van zo'n 140 meter) planetoïden op te sporen.

Naar: https://www.scientias.nl, 2020


Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS KOMETEN EN METEOROÏDEN

14

a Een hemellichaam dat bestaat uit ijs, stof en gruis is een *komeet* / *meteoriet*.

b Kleine stukjes steen die vanuit de ruimte de atmosfeer van de aarde binnendringen en inslaan op het aardoppervlak noem je *meteoren* / *meteorieten*.

c Hoe noem je een stukje steen ter grootte van een knikker dat de dampkring van de aarde binnendringt?

○ A dwergplaneet
○ B meteoor
○ C planetoïde

15

Sommige kometen bewegen in een langgerekte baan rond de zon, zoals de komeet Halley. Als de komeet in de buurt van de zon komt, is hij (meestal) goed te zien aan de sterrenhemel. In 1986 was de komeet vanaf de aarde te zien. Rond 2061 kun je hem opnieuw zien.
Hoe groot is de omlooptijd van de komeet Halley ongeveer?

....

....

16

Voordat een meteoriet inslaat op aarde, kan er een grote vuurbol zichtbaar zijn.
Leg uit hoe deze vuurbol ontstaat.

....

....

3 De planeten

LEERDOELEN

7.3.1 Je kunt uitleggen dat elke planeet zijn eigen omlooptijd en snelheid heeft.
7.3.2 Je kunt afstanden omrekenen van km naar AE en omgekeerd.
7.3.3 Je kunt de vier aardse planeten noemen met hun kenmerken.
7.3.4 Je kunt uitleggen wat bedoeld wordt met 'een vacuüm' en 'de atmosfeer van een planeet'.
7.3.5 Je kunt de belangrijkste verschillen benoemen tussen de aardse planeten en de reuzenplaneten.
7.3.6 Je kunt een aantal manieren beschrijven waarop planeten onderzocht worden.
PLUS 7.3.7 Je kunt uitleggen waardoor satellieten jarenlang rond de aarde kunnen blijven draaien.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	7.3.1	7.3.2	7.3.3	7.3.4	7.3.5	7.3.6	7.3.7
Onthouden	1a	3bc	1b	1def	1c	2abc	14
Begrijpen	4ab, 5ab	3ade	11abcde, 12c				15
Toepassen	4c	10, 13abc	12e			7, 8	16abc
Analyseren	9		6, 12abd				

Behalve de aarde bewegen er nog zeven andere planeten rond de zon. Vijf daarvan zijn vanaf de aarde goed te zien. Ze hebben hun namen al in de oudheid gekregen: Mercurius, Venus, Mars, Jupiter en Saturnus. Uranus en Neptunus zijn pas later ontdekt, in 1781 en in 1846.

DE ASTRONOMISCHE EENHEID

PROEF 3 In tabel 1 zie je de afstand tot de zon van de acht planeten. Ook de omlooptijd staat erbij en hoe snel de planeten bewegen in hun baan rond de zon. Mercurius beweegt ruim anderhalf keer zo snel als de aarde en bijna negen keer zo snel als Neptunus.

tabel 1 Baangegevens van de planeten.

planeet	afstand tot de zon (in km)	afstand tot de zon (in AE)	omlooptijd	snelheid (in km/s)
Mercurius	58 miljoen	0,39	88 dagen	47
Venus	108 miljoen	0,73	225 dagen	35
aarde	150 miljoen	1,0	365 dagen of 1 jaar	30
Mars	228 miljoen	1,5	1,88 jaar	24
Jupiter	778 miljoen	5,2	11,9 jaar	13
Saturnus	1434 miljoen	9,6	29,4 jaar	9,7
Uranus	2870 miljoen	19	83,8 jaar	6,8
Neptunus	4500 miljoen	30	164 jaar	5,4

Uit: NASA, Planetary Fact Sheet (metric)

Het valt niet mee om het zonnestelsel in één afbeelding op schaal te tekenen. Dat komt doordat de afstanden in het zonnestelsel veel van elkaar verschillen. Als je de baan van Neptunus zo tekent dat hij nog net op het papier past, is de baan van Mercurius een piepklein rondje met een diameter van 3 à 4 mm. Daarom zijn afbeeldingen van het zonnestelsel bijna nooit op schaal.

Er bestaat een speciale eenheid voor afstanden in het zonnestelsel: de astronomische eenheid (AE). Dit is een handige eenheid om afstanden in het zonnestelsel snel met elkaar te vergelijken.
1 AE is gelijk aan de afstand tussen de aarde en de zon. Dus 1 AE = 150 miljoen km.
In tabel 1 is de afstand tot de zon van de acht planeten gegeven in km en in AE.

VOORBEELDOPDRACHT 1

De gemiddelde afstand tussen Saturnus (afbeelding 1) en de zon is 1434 miljoen km. Hoeveel is dat in astronomische eenheden?

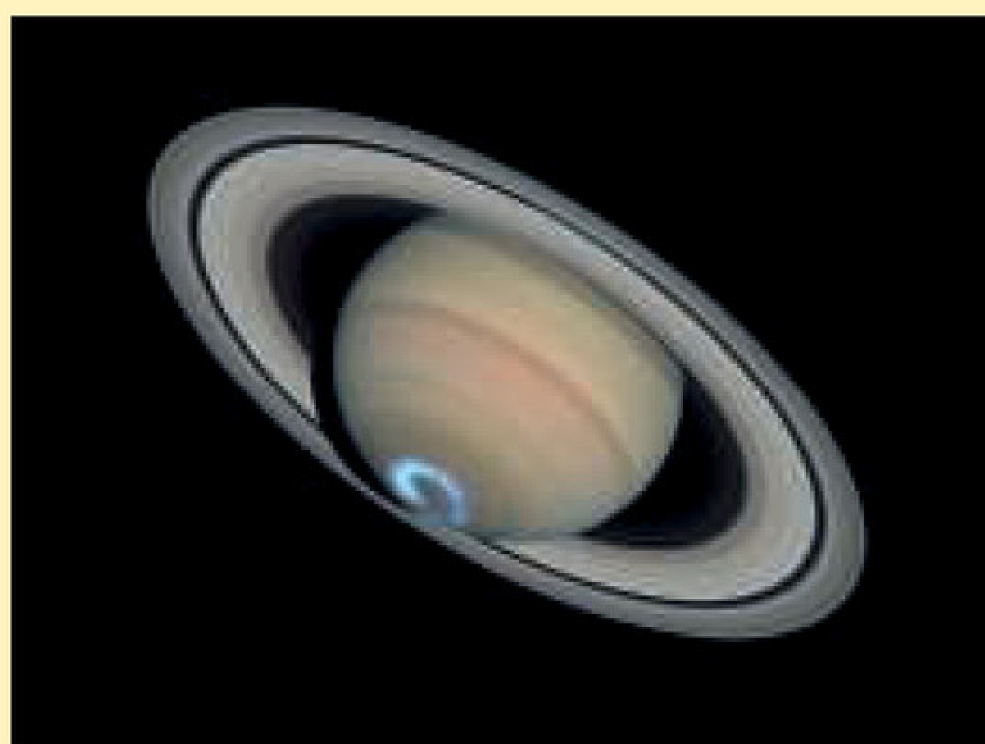
gegevens de afstand tussen Saturnus en de zon is: 1434 miljoen km = 1 434 000 000 km

gevraagd de afstand tussen Saturnus en de zon in AE

uitwerking Je wilt berekenen hoe vaak 1 AE in 1 434 000 000 km past.

Dat doe je door te delen: $\frac{1\,434\,000\,000}{150\,000\,000} = 9{,}6$ AE

Saturnus staat dus bijna tien keer zo ver van de zon als de aarde.



afbeelding 1 Saturnus is herkenbaar aan zijn ringen.

DE AARDSE PLANETEN

Mercurius, Venus, de aarde en Mars worden **aardse planeten** genoemd. Hun afmetingen en samenstelling lijken veel op elkaar (afbeelding 2). Ze hebben alle vier een hard, rotsachtig oppervlak. Binnenin bestaan ze uit gesteenten en metalen, in vaste of vloeibare vorm. De aarde is als enige aardse planeet voor het grootste deel bedekt met water.

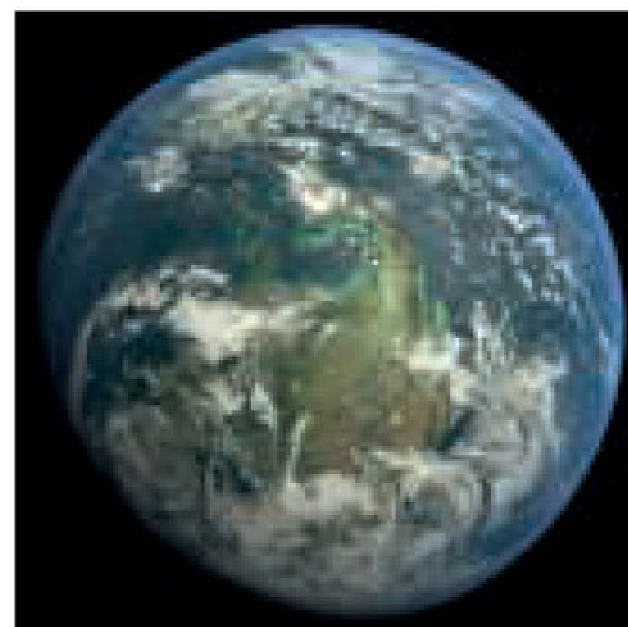
afbeelding 2 De aardse planeten Mercurius, Venus, aarde en Mars.



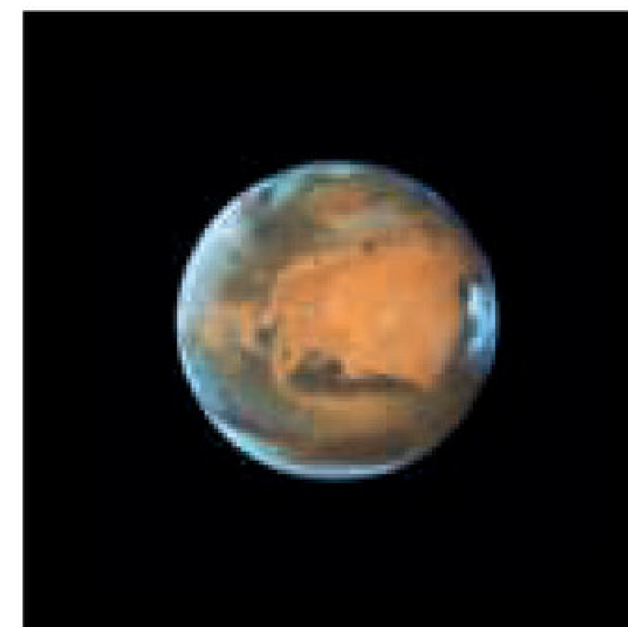
Mercurius



Venus



aarde



Mars

Net als de maan kun je planeten alleen zien doordat ze het licht van de zon weerkaatsen. Venus en Mars staan 'dicht' bij de aarde en zijn daardoor goed zichtbaar. Venus is dankzij haar witte wolkendek zelfs een van de helderste hemellichamen. Alleen de zon en de maan geven nog meer licht. Je ziet Venus soms als 'avondster' vroeg in de avond en soms als 'morgenster' laat in de nacht.

Zowel op Venus als op Mars zijn planeetverkenners geland, om metingen te doen en foto's te maken. Op Venus is het zo heet dat een verkenner het daar maar kort uithoudt. Maar op Mars kunnen verkenners jarenlang doorgaan. Het robotkarretje *Opportunity* is zelfs 14 jaar actief geweest, van 2004 tot 2018. Dankzij dit soort verkenners is goed bekend hoe het oppervlak van Mars eruitziet (afbeelding 3).



afbeelding 3 Een foto van de planeet Mars, gemaakt door de planeetverkenner *Curiosity*.

DE ATMOSFEER VAN PLANETEN

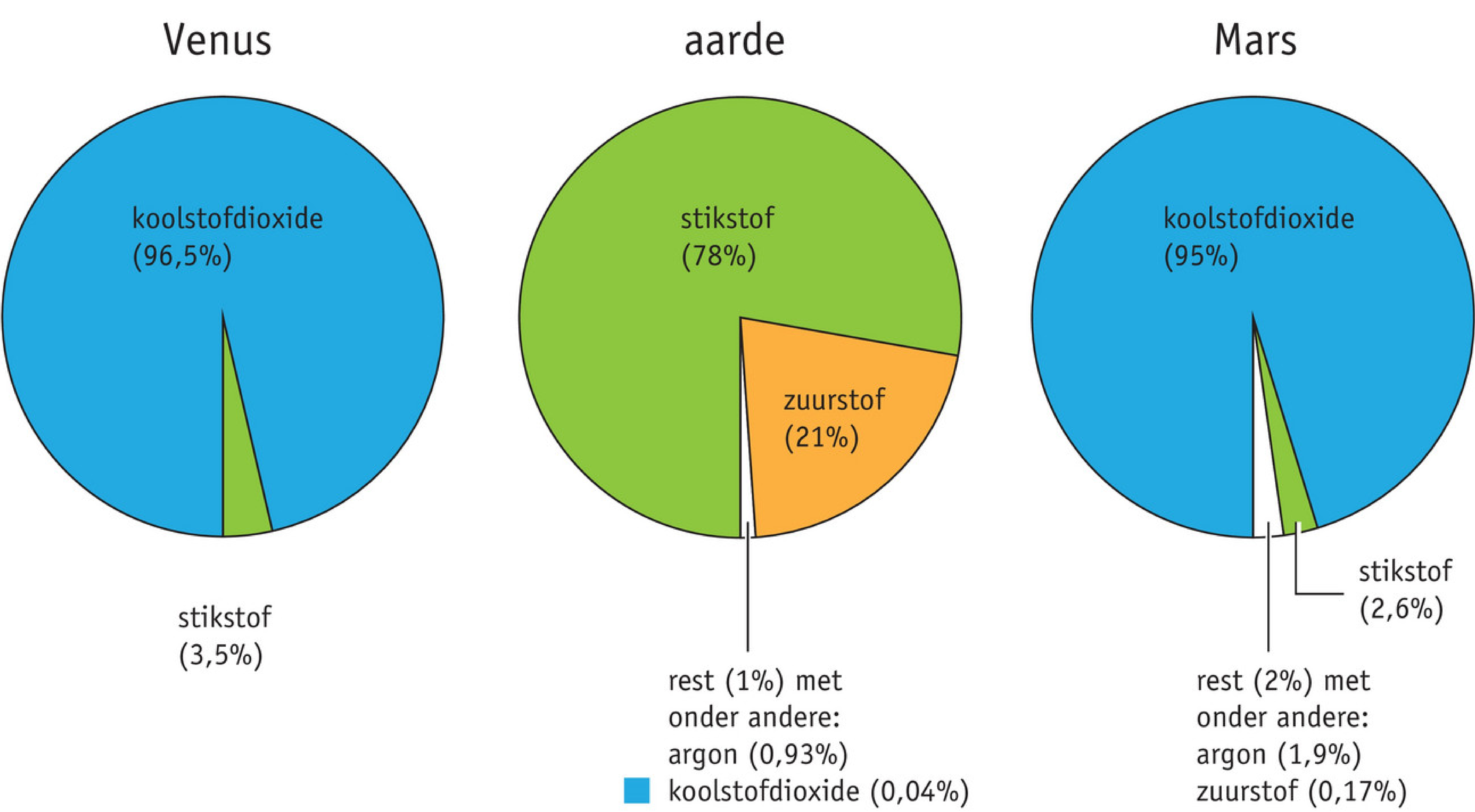
Het heelal bestaat voor het overgrote deel uit lege ruimte. Er is helemaal niets, ook geen lucht of andere gasdeeltjes, alleen ruimte zonder iets erin. Zo'n lege ruimte noem je een **vacuüm**. Als een voorwerp door zo'n lege ruimte beweegt, hoeft het niets opzij te duwen. Er is niets dat zijn beweging afremt.

De aarde heeft, net als de andere aardse planeten, een **atmosfeer**. Zo noem je het mengsel van gassen dat de buitenste laag van een planeet vormt (afbeelding 4). Vaak komen er in zo'n atmosfeer wolken voor die uit kleine, zwevende druppeltjes bestaan. De planeet Venus heeft zelfs zo'n dicht wolkendek dat er van het planeetoppervlak niets te zien is.



afbeelding 4 Op deze satellietfoto zie je de atmosfeer van de aarde.

De atmosfeer van Venus en Mars is totaal anders dan die van de aarde (afbeelding 5). Koolstofdioxide is op beide planeten het belangrijkste bestanddeel. Zuurstof komt er niet of nauwelijks voor. Mensen kunnen in zo'n atmosfeer onmogelijk overleven. Ze zouden meteen omkomen door zuurstofgebrek.



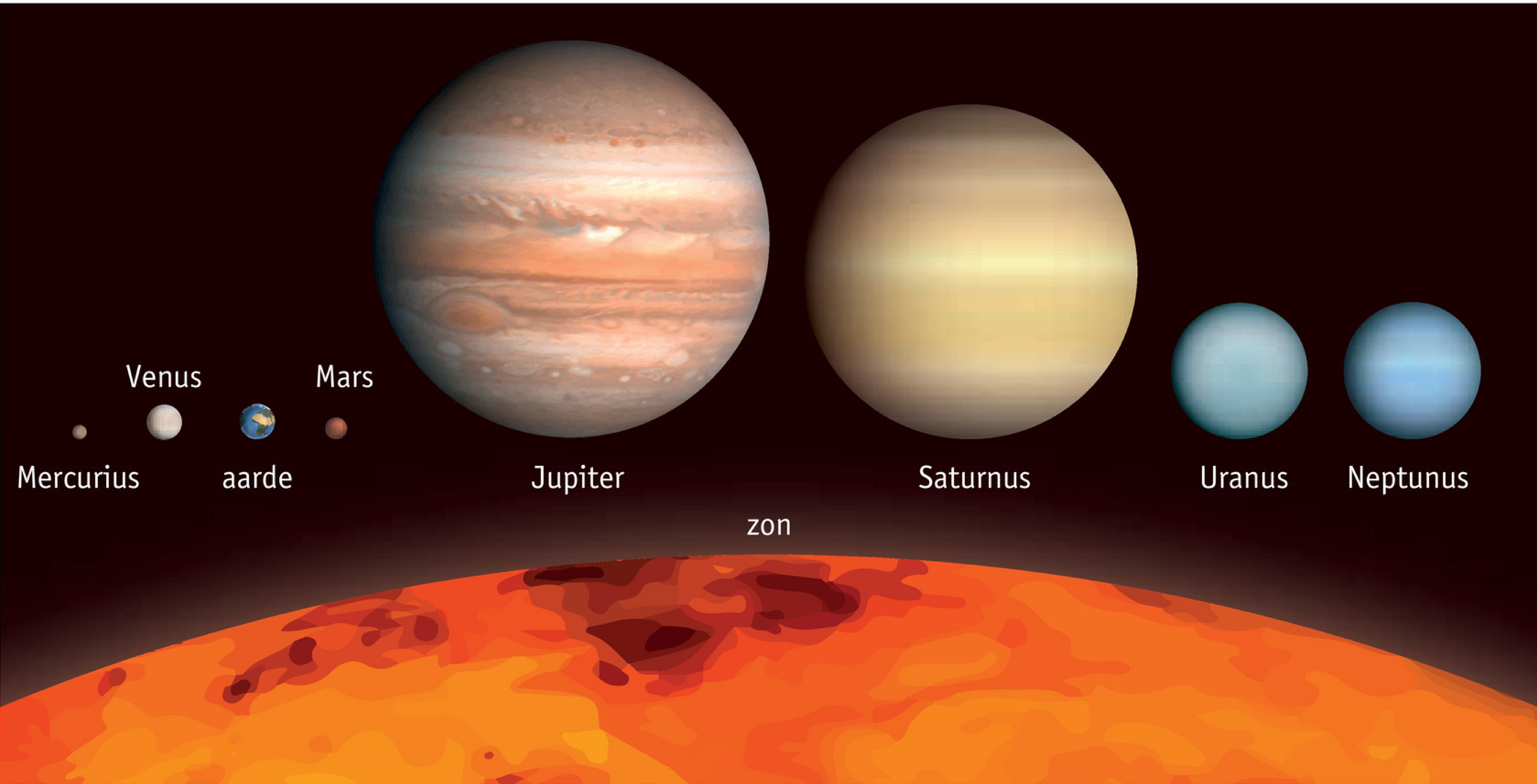
afbeelding 5 De samenstelling van de atmosfeer van Venus, de aarde en Mars.

REUZENPLANETEN

PROEF 4

De planeten Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus worden **reuzenplaneten** genoemd. Ze zijn veel groter dan de aardse planeten (afbeelding 6) en staan verder van de zon. Jupiter en Saturnus staan het dichtst bij en zijn helderder dan de meeste sterren. Uranus en Neptunus staan veel verder weg. Uranus kun je nog net zien met het blote oog, maar voor Neptunus heb je een telescoop nodig.

De reuzenplaneten bestaan voor een groot deel uit gassen. Van buitenaf zie je alleen de bovenste laag wolken die de planeet omringen. Maar onder die wolken is geen stevig, rotsachtig oppervlak, waarop je een ruimtevaartuig kunt laten landen.



afbeelding 6 De zon en de planeten, op schaal weergegeven.

PLANETEN ONDERZOEKEN

PROEF 5

Rond 1600 werd de telescoop uitgevonden (zie afbeelding 7). Als je met zo'n telescoop naar de planeten kijkt, zie je ronde schijfjes. In 1609 zag de sterrenkundige Galilei voor het eerst dat een planeet manen heeft, net zoals de aarde. Om planeten beter te kunnen onderzoeken zijn grotere en steeds betere telescopen gemaakt.



afbeelding 7 Door een telescoop zie je de planeten.

Je kunt planeten beter onderzoeken door ze te bezoeken. In 1962 werd de *Mariner 2* gelanceerd. In datzelfde jaar vloog de *Mariner 2* op een afstand van ongeveer 35 000 km langs de planeet Venus. Zo'n (korte) vlucht langs een hemellichaam noem je een scheervlucht, in het Engels een *flyby.* In een korte tijd deed de *Mariner 2* allerlei metingen aan de planeet. Dit was de eerste keer dat een ruimtevaartuig een andere planeet bezocht.

NASA is de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie. In 1971 lukte het de NASA om een ruimtevaartuig in een baan rond een planeet te krijgen. *Mariner 9* was de eerste *orbiter* bij een andere planeet. Een *orbiter* is een ruimtevaartuig dat voor langere tijd in een baan rond een planeet draait. *Mariner 9* moest het oppervlak van Mars fotograferen (afbeelding 8). Zo konden geschikte landingsplaatsen uitgezocht worden voor ruimtevaartuigen die zouden landen op Mars.

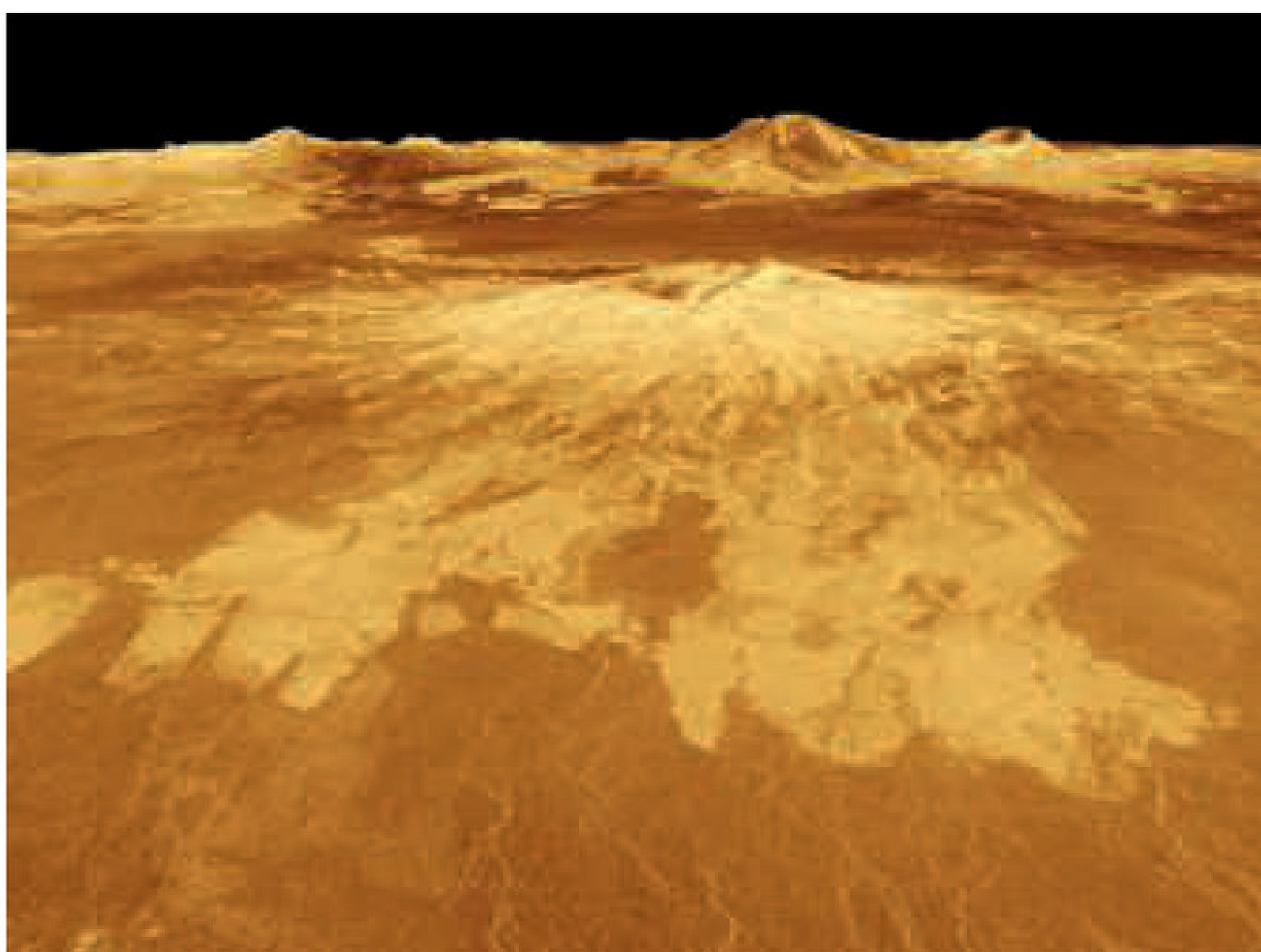
afbeelding 8 Foto van de hoogste vulkaan van Mars.



Olympus Mons is 27 km hoog.

Een *flyby* of scheervlucht is de eenvoudigste manier om een planeet van dichtbij te onderzoeken. Maar het is ook de manier waarbij je de minste tijd hebt om onderzoek te doen. Het voordeel van een *orbiter* is dat hij veel meer informatie van een planeet kan verzamelen. Maar het is moeilijker om een *orbiter* in een baan rond een planeet te brengen dan om een *flyby* uit te voeren.

Een *lander* is een ruimtevaartuig dat landt op een ander hemellichaam. Zo'n *lander* kan heel nauwkeurig een plek op een planeet onderzoeken. In 1975 maakte *Venera 9* een foto van het oppervlak van Venus. Dit was de eerste keer dat een foto werd verstuurd vanaf het oppervlak van een andere planeet. Daarna zijn er nog zeven *Venera*-ruimtevaartuigen naar Venus gegaan. *Venera 13* en *14* maakten de eerste foto's in kleur (afbeelding 9). Ook op Mars zijn *landers* geland.



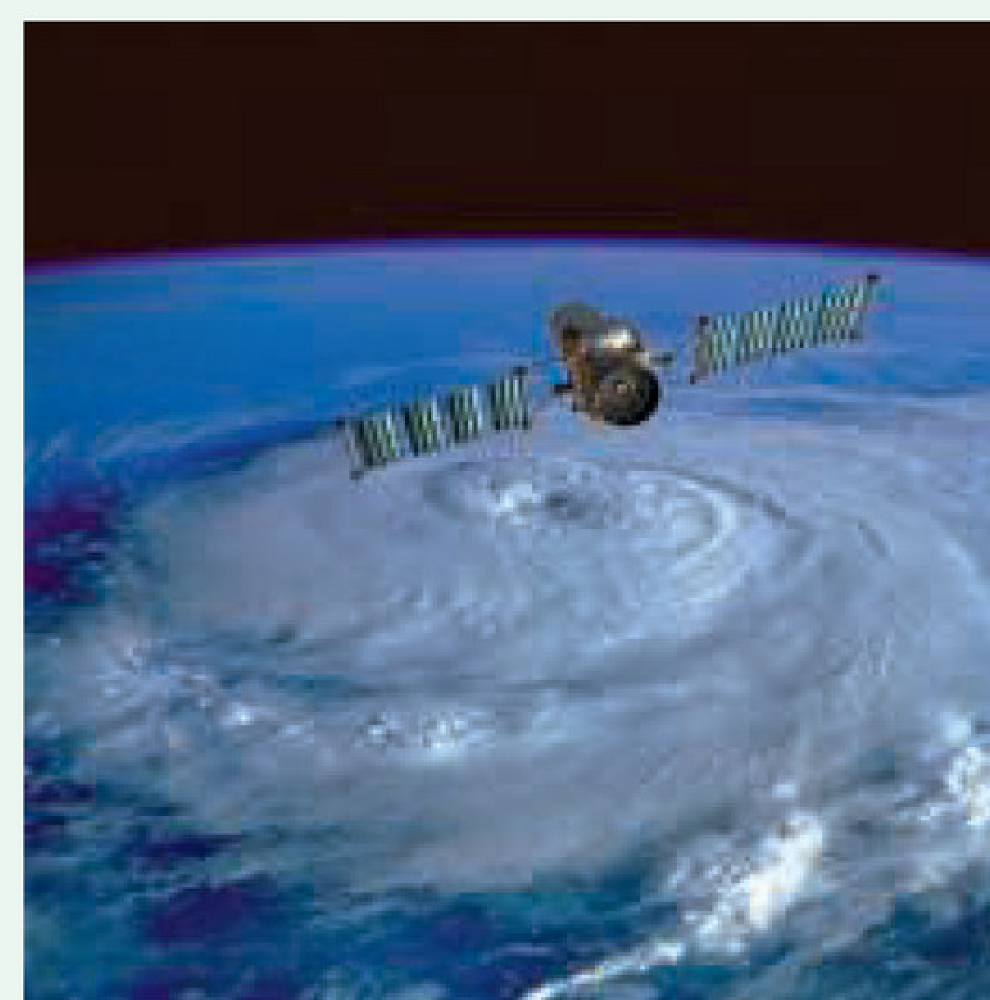
afbeelding 9 Het oppervlak van Venus gefotografeerd door Venera 13 en 14 (samengestelde foto).



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS SATELLIETEN

Hoe hoger je in de atmosfeer van een planeet komt, des te ijler zijn de gassen om je heen. Dat betekent dat het aantal gasdeeltjes per kubieke meter steeds kleiner wordt. Rond de aarde draaien allerlei satellieten, die met een raket in een baan rond de aarde zijn gebracht. Als een satelliet ver genoeg boven de atmosfeer is, zijn er geen gasdeeltjes die zijn beweging afremmen. De satelliet houdt dan de snelheid die hij bij de lancering heeft meegekregen. Zo kan hij jaar in jaar uit zijn rondjes rond de aarde blijven draaien, net zoals de maan dat doet.



afbeelding 10 Een satelliet in een baan rond de aarde.

Een satelliet die op minder dan 1000 km hoogte rond de aarde draait, valt na verloop van tijd terug in de atmosfeer. Daar verbrandt hij door de enorme warmte die door de wrijving met de lucht ontstaat.
Hoelang het duurt voor een satelliet terugvalt, hangt af van de oorspronkelijk baanhoogte. Op 800 km is dat een paar honderd jaar, op 400 km hoogte een enkel jaar en op 300 km een paar maanden.
Meestal wachten satellietbedrijven niet tot een satelliet vanzelf terugvalt. Ze sturen 'oude' satellieten naar een veilige en stabiele eindbaan of ze kiezen voor een versnelde terugkeer naar de atmosfeer.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Hoe dichter een planeet bij de zon staat, des te .... beweegt hij. De snelste planeet is dus .... en de langzaamste is ....

b Mercurius, ..., de aarde en Mars worden aardse planeten genoemd. Ze staan veel .... de zon dan de reuzenplaneten.

c Van de vier reuzenplaneten ...., Saturnus, ... en Neptunus zie je van buitenaf alleen de bovenste laag .... rond de planeet.

d Een lege ruimte, waarin zelfs geen lucht voorkomt, noem je een ....

e Lucht is een mengsel van verschillende gassen. De twee gassen die het meest voorkomen zijn .... (78%) en .... (21%).

f De atmosfeer van de planeten Venus en Mars bestaat voor het grootste deel uit .... Mensen zouden in zo'n atmosfeer meteen gebrek krijgen aan ....

2 Is de uitspraak waar of onwaar?

a Met een *flyby* kun je maar één planeet onderzoeken. *waar / onwaar*

b Met een *flyby* heb je veel tijd om een planeet te onderzoeken. *waar / onwaar*

c Met een *flyby* kun je een planeet beter onderzoeken dan met een telescoop. *waar / onwaar*

3 Neptunus staat gemiddeld op 4 500 000 000 km van de zon.

a Hoeveel miljard kilometer is dat?

....

b Je kunt de afstand 4 500 000 000 km ook schrijven als 30 AE. Wat betekenen de letters AE?

....

c Hoeveel km is 1 AE?

....

d Welke planeet staat gemiddeld op 1 AE van de zon?

....

e Hoe kun je een afstand omrekenen van km naar AE?

....

....

TOEPASSING

4 Gebruik bij deze opdracht tabel 1.

a Hoe groot is de omlooptijd van Mercurius?

De omlooptijd van Mercurius is .... dagen.

b Hoe groot is de omlooptijd van de aarde?

De omlooptijd van de aarde is .... dagen of .... jaar.

c Hoeveel keer draait Mercurius rond de zon in 1 jaar? Schrijf je berekening op. Rond je uitkomst af op een geheel getal.

....

....

....

....

5 De planeten staan alle acht op een andere afstand van de zon. In tabel 2 staan de planeten in de juiste volgorde gezien vanaf de zon. Elke planeet heeft ook een eigen snelheid.

a Zet in de tweede kolom in tabel 2 de planeten in de juiste volgorde. Begin met de planeet met de grootste snelheid.

b Hoe dichter een planeet bij de zon staat, hoe *langzamer* / *sneller* hij beweegt.

tabel 2 Planeten en hun snelheid.

afstand tot de zon	snelheid
Mercurius	
Venus	
aarde	
Mars	
Jupiter	
Saturnus	
Uranus	
Neptunus	

6 In totaal zijn acht *Venera-landers* op Venus geland. Geen enkele *Venera-lander* heeft langer dan 2,5 uur onderzoek kunnen doen aan Venus. De *landers* gingen allemaal stuk. Bedenk een reden waarom de *landers* zo snel stuk konden gaan.

....

....

7 Welk onderzoek kan een *orbiter* zeker niet doen aan een planeet?

○ A Bodemmonsters onderzoeken.
○ B Foto's maken van een planeet.
○ C Metingen doen aan de atmosfeer.

8 Afbeelding 8 van Olympus Mons is een nauwkeurige foto van een deel van de planeet Mars.
Met welk soort ruimtemissie zou deze foto genomen kunnen zijn? Kies alle juiste antwoorden.

☐ A *flyby*
☐ B *lander*
☐ C *orbiter*

9 Gebruik tabel 1.
Hoelang duurt een 'jaar' op Jupiter?

Een 'jaar' op Jupiter duur .... jaar.

10 Gebruik tabel 1.
Saturnus en Uranus zijn planeten die rond de zon draaien.
Hoeveel keer staat Uranus verder van de zon dan Saturnus? Gebruik de astronomische eenheid bij je berekening en rond je antwoord af op een geheel getal.

....

....

....

11 Deze opdracht gaat over de twee buurplaneten van de aarde: Mars en Venus.

a Welke planeet staat vanaf de aarde gezien altijd in de buurt van de zon? *Mars / Venus*
b Welke planeet heeft een kortere omlooptijd dan de aarde? *Mars / Venus*
c Welke planeet kun je soms de hele nacht aan de hemel zien staan? *Mars / Venus*
d Welke planeet kun je af en toe voor de zon langs zien bewegen? *Mars / Venus*
e Welke planeet kan zich in zijn baan het verst van de aarde verwijderen? *Mars / Venus*

★ **12** In afbeelding 11 zie je de aarde, Venus en de zon. Venus is vier keer getekend, op vier verschillende posities in haar baan (A tot en met D).

a In welke posities is Venus te zien als 'avondster'?

....

b In welke posities is Venus te zien als 'ochtendster'?

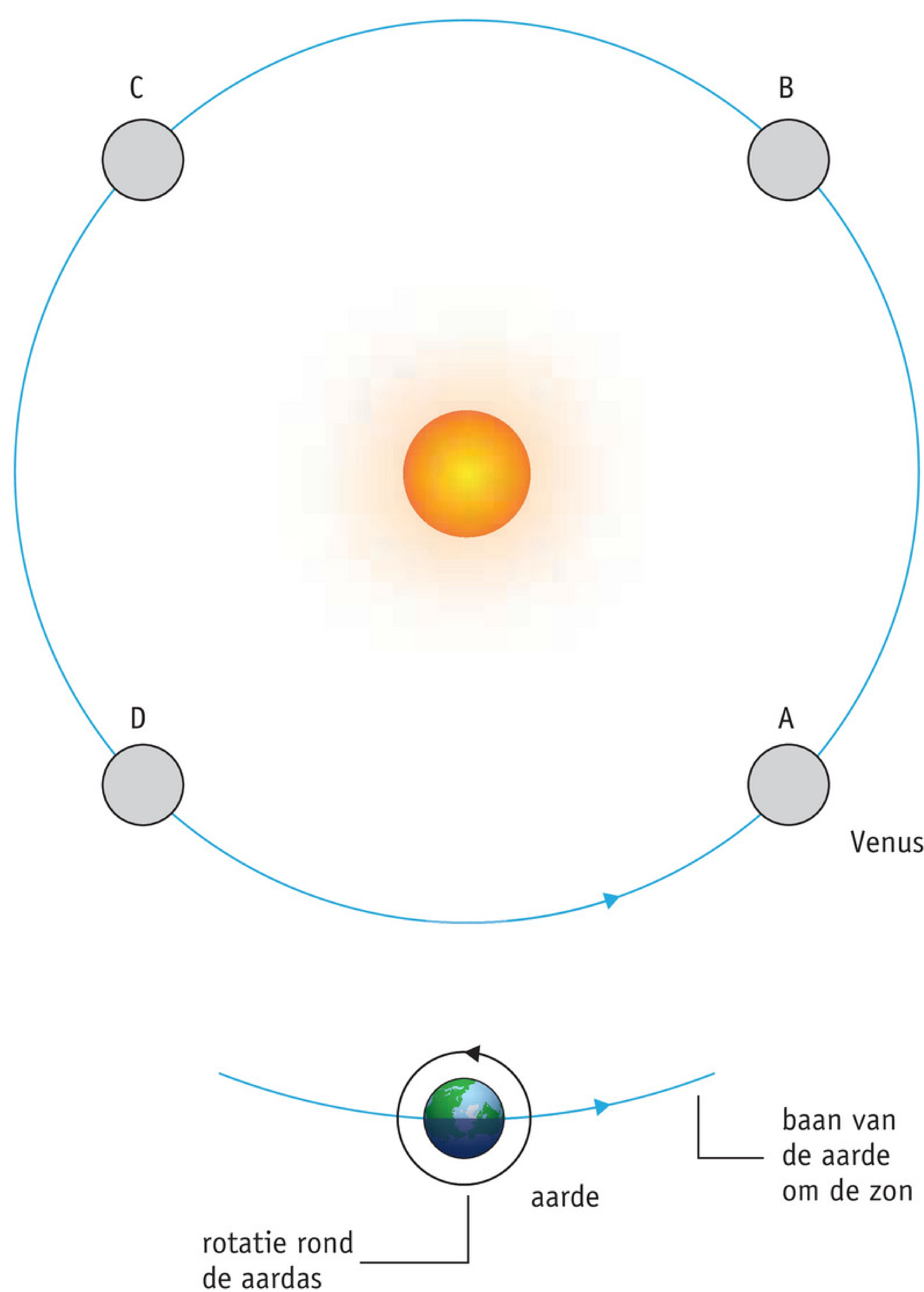
....

c Net als de maan heeft Venus ook schijngestalten. Je hebt een kleine telescoop nodig om dat goed te kunnen zien.
In welke twee posities is Venus 'halfvol' (vanuit de aarde gezien)?
Tip: arceer in afbeelding 11 het niet-verlichte deel van de planeet.

....

d Hoe zie je Venus in de andere twee posities?
voor het grootste deel donker / voor het grootste deel verlicht

e Soms kijk je vanaf de aarde tegen de donkere, niet-verlichte kant van Venus aan. Dat is te vergelijken met de situatie bij nieuwe maan.
Teken in afbeelding 11 waar de planeet op dat moment is.



afbeelding 11 Venus op vier posities rond de zon (niet op schaal).

13 Hierna staan vier weetjes over het zonnestelsel. Reken de afstanden in elk weetje om naar AE.

a Op 15 juli 2020 naderde Jupiter de aarde tot op een kortste afstand van 621 miljoen km. Jupiter was op dat moment een van de helderste objecten aan de hemel.

....

....

....

....

....

....

b Tussen Mars en Jupiter komen heel veel planetoïden voor, op een afstand tot 495 000 000 km van de zon.

....

....

....

....

....

c De foto in afbeelding 12 is in 2017 gemaakt door de planeetverkenner *Cassini*. Op dat moment was het ruimtevaartuig 6,1 miljard km van de aarde verwijderd.

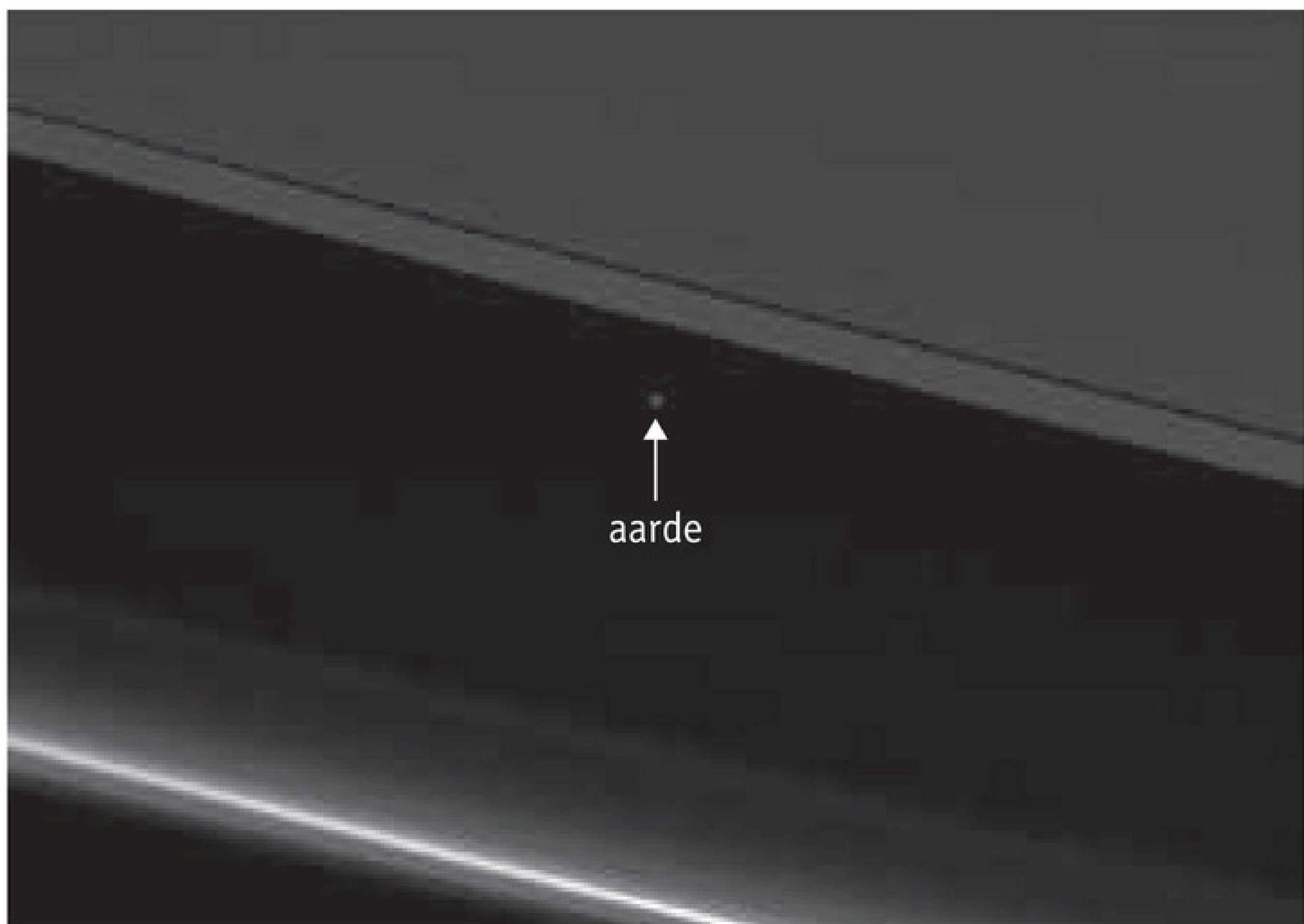
....

....

....

....

....



afbeelding 12 *Cassini* maakte deze foto van de aarde tussen de ringen van Saturnus door.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS SATELLIETEN

14 Hoe hoger je in de atmosfeer komt, des te .... zijn de gassen om je heen. Het aantal .... per kubieke meter wordt steeds kleiner.

15 Zoek in het woordenboek de betekenis op van het woord *satelliet*.
Een voorbeeld van een satelliet is een:
- ○ A *flyby*.
- ○ B *lander*.
- ○ C *orbiter*.

★ 16 Satellieten in een (verhoudingsgewijs) lage baan om de aarde hebben een beperkte levensduur. Uit welk gegeven in de tekst van de Plus kun je afleiden:

a dat er tot op 1000 km hoogte boven de aarde nog wel enkele gasdeeltjes te vinden zijn?

....

....

....

b dat er op 800 km hoogte boven de aarde wel heel weinig gasdeeltjes voorkomen?

....

....

....

c dat er op 300 km hoogte duidelijk meer gasdeeltjes voorkomen dan op 400 km hoogte?

....

....

....

4 De bouw van het heelal

LEERDOELEN

7.4.1 Je kunt uitleggen wat een ster is en dat de zon eigenlijk maar een heel gewone ster is.
7.4.2 Je kunt sterren, planeten en sterrenbeelden vinden met behulp van een sterrenkaart.
7.4.3 Je kunt uitleggen wat een sterrenstelsel is en wat je kunt zien van 'ons eigen sterrenstelsel'.
7.4.4 Je kunt beschrijven wat de Melkweg is.
7.4.5 Je kunt beschrijven hoe het heelal is opgebouwd en dat de afstanden tussen de sterren en de aarde enorm verschillen.
PLUS 7.4.6 Je kunt uitleggen wat exoplaneten zijn en hoe ze door sterrenkundigen worden opgespoord.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	7.4.1	7.4.2	7.4.3	7.4.4	7.4.5	7.4.6
Onthouden	1a, 2abf	1b, 2e	1c	1d, 2c, 3 ,4	2dg	
Begrijpen		5abc				
Toepassen			6, 8		7a	9ac
Analyseren					7bc	9b, 10, 11

De sterren aan de hemelbol lijken allemaal op dezelfde afstand te staan. In werkelijkheid staan sommigen enorm ver weg en anderen een stuk dichterbij. Zelfs de sterren van één sterrenbeeld kunnen heel ver van elkaar verwijderd zijn.

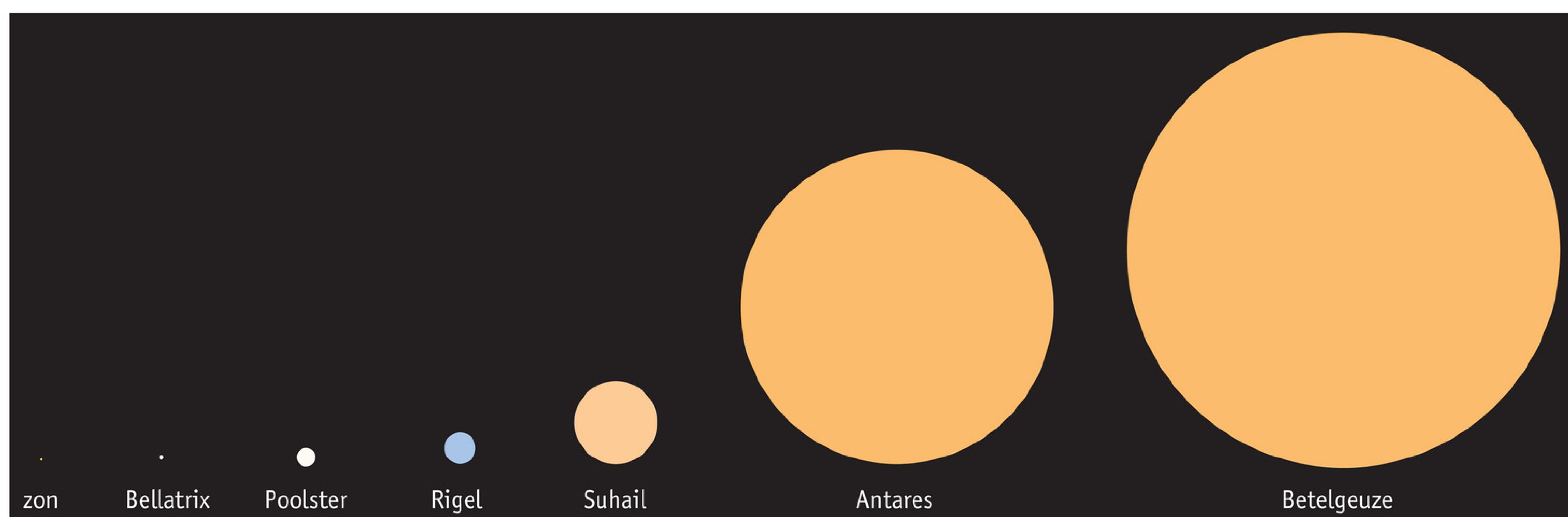
STERREN

Een **ster** is een bolvormig hemellichaam. Een ster geeft licht doordat in de ster heel veel warmte en straling ontstaat. De zon is ook een ster. Sterren die vanaf de aarde met het blote oog zichtbaar zijn hebben vaak een naam.

Sterren staan ver bij elkaar vandaan. De ster die het dichtst bij de zon staat is Proxima Centauri. De afstand van de zon tot Proxima Centauri is 40 000 000 000 000 km (40 biljoen km). Met het snelste ruimtevaartuig zouden mensen er ongeveer 19 000 jaar over doen om deze ster te bereiken.

Sterren zijn niet allemaal even groot. In afbeelding 1 is de zon op schaal getekend. De diameter van Betelgeuze is meer dan duizend keer groter dan die van de zon. Er zijn ook sterren die kleiner zijn dan de zon.

Sterren hebben niet allemaal dezelfde kleur. Er zijn rode sterren, zoals Betelgeuze. Deze rode kleur kun je duidelijk zien als je ('s winters) naar het sterrenbeeld Orion kijkt. Ook kun je dan zien dat de ster Rigel een heel andere kleur heeft: blauwwit.



afbeelding 1 De grootte van enkele sterren vergeleken met de zon.

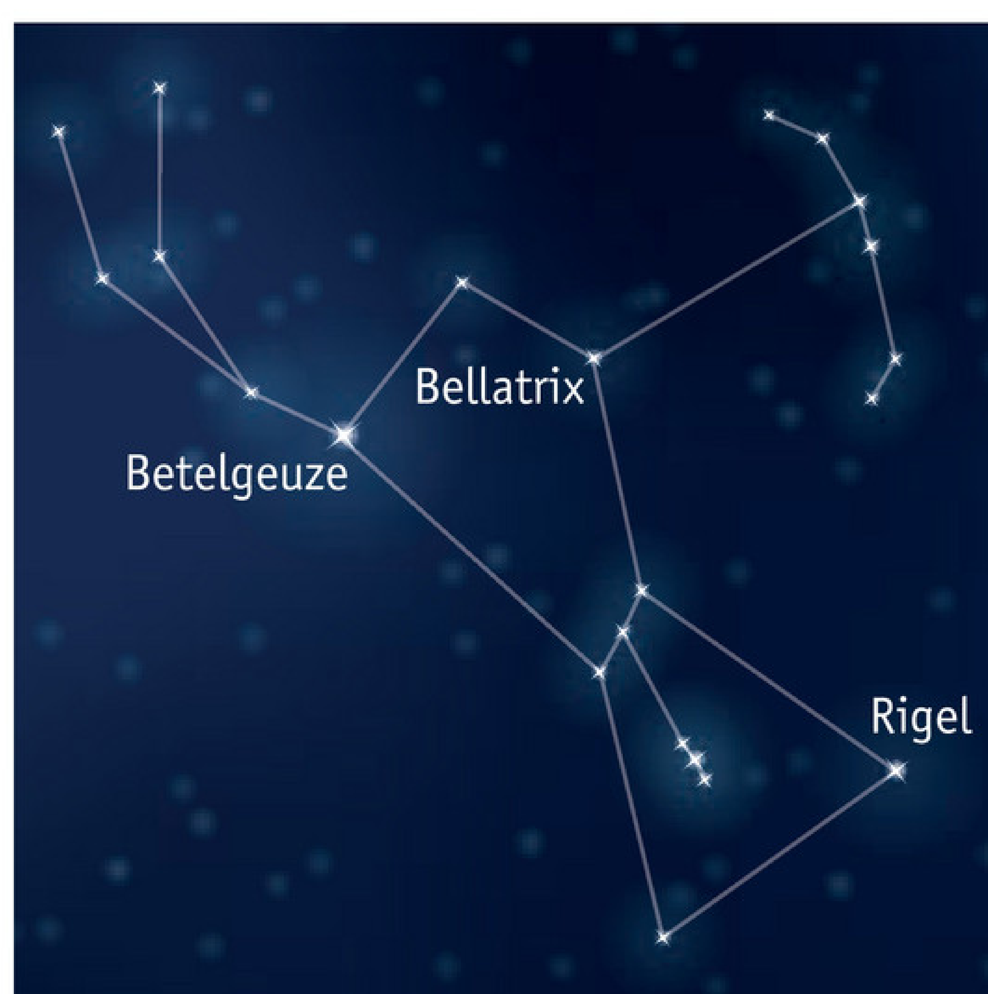
STERRENBEELDEN

Als je regelmatig naar de sterren kijkt, ga je al snel bepaalde patronen herkennen. Groepjes sterren vormen herkenbare figuren, die altijd dezelfde vorm en grootte hebben. Zo'n figuur noem je een **sterrenbeeld**. Een bekend voorbeeld is de jager Orion (afbeelding 2). Sterrenkundigen gebruiken een lijst met 88 sterrenbeelden, elk met een eigen naam, om zich tussen de sterren te oriënteren. Orion kun je herkennen aan de drie sterren van zijn riem.

afbeelding 2 Het sterrenbeeld Orion.



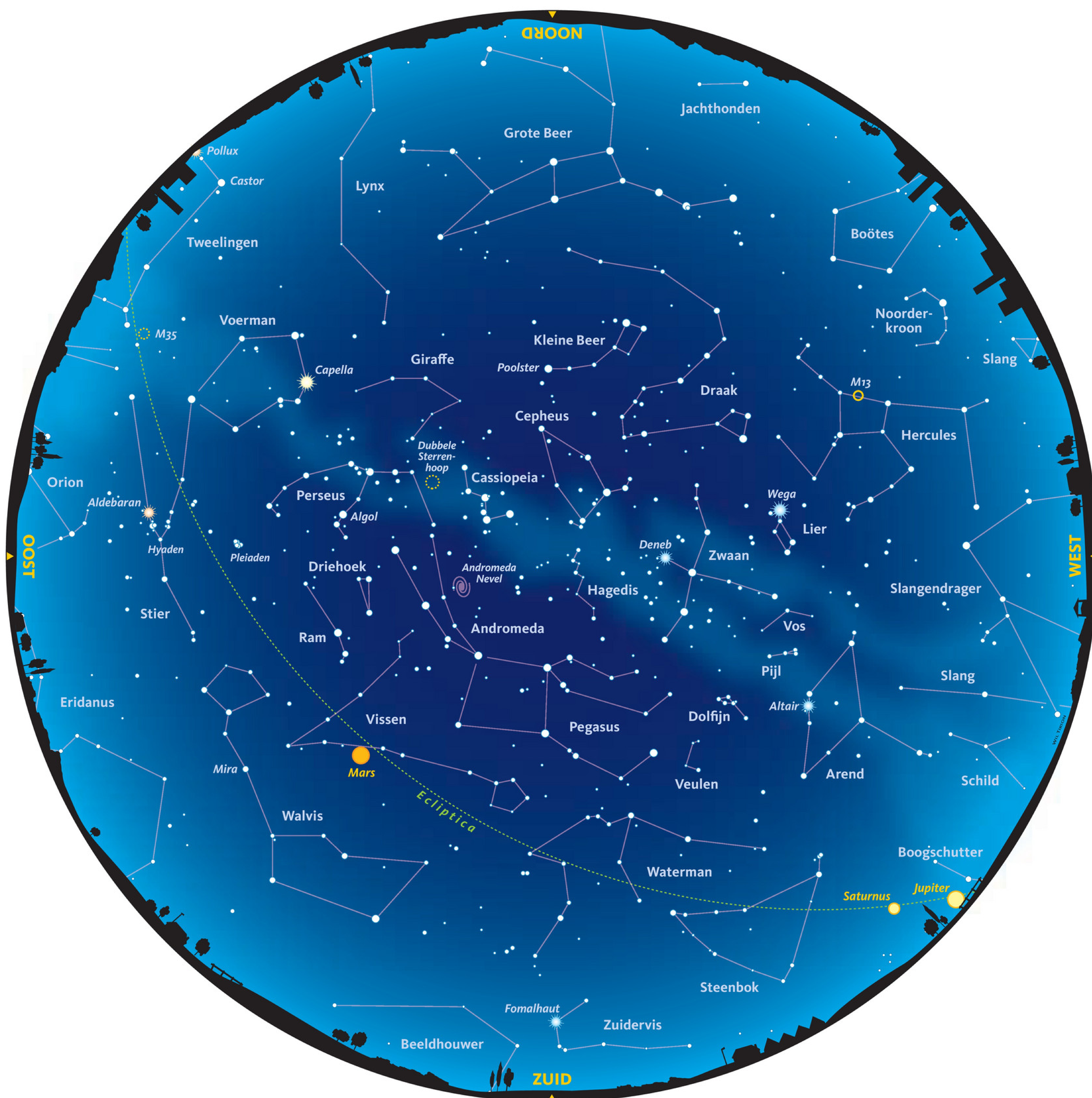
de sterren



het sterrenbeeld

Een **sterrenkaart** is een weergave van de sterrenhemel bij een wolkeloze nacht (afbeelding 3). De sterren worden op zo'n kaart weergegeven als kleine cirkeltjes. Hoe helderder een ster eruitziet, des te groter is het cirkeltje op de kaart. Dat betekent niet dat een heldere ster ook echt groter is. De grootte is alleen een manier om de helderheid weer te geven.

Een kaart zoals afbeelding 3 laat een momentopname zien. Hij geeft de sterrenhemel weer op één bepaald moment en vanaf één bepaalde plaats. Een uur later is zo'n kaart alweer verouderd, omdat alle sterren dan zijn verschoven langs de hemel. Er zijn daarom apps gemaakt die voor elk tijdstip en elke plaats een sterrenkaart op maat kunnen geven.



afbeelding 3 De sterrenhemel op 15 oktober 2020 om 23:00 uur, gezien vanuit Nederland.

DE MELKWEG

Als het echt donker is, kun je aan de hemel een band van licht zien. Deze band wordt de **Melkweg** genoemd. In afbeelding 3 loopt de Melkweg van linksboven naar rechtsonder over de kaart. Als je de Melkweg door een telescoop bekijkt, zie je dat hij uit talloze sterren bestaat. De sterren lijken zwak doordat ze zo ver weg staan. Met het blote oog kun je de afzonderlijke sterren niet zien.

Als je heel ver van ons zonnestelsel vandaan zou kunnen reizen, zou je zien dat de zon bij een grote verzameling sterren hoort. Zo'n gebied in het heelal waar veel sterren bij elkaar staan, noem je een **sterrenstelsel**. De Melkweg is een spiraalvormig sterrenstelsel dat bestaat uit ongeveer 400 miljard sterren (afbeelding 4). De zon is onderdeel van dit sterrenstelsel en ligt in een van de spiraalarmen (bij de pijl). De heldere band van de Melkweg die je aan de hemel ziet, bestaat uit ontelbaar veel sterren in het centrale deel van de Melkweg.

afbeelding 4 De Melkweg.



gezien vanaf de aarde



gezien vanuit het heelal, ons zonnestelsel ligt bij de pijl

STERRENSTELSELS

Sterrenkundigen hebben ontdekt dat er nog veel meer sterrenstelsels bestaan. Sommige hebben spiraalarmen, zoals de Melkweg. Andere hebben meer de vorm van een bol. In afbeelding 5 zie je het sterrenstelsel M81. Met een kleine telescoop is M81 zichtbaar in de buurt van het sterrenbeeld Grote Beer.

afbeelding 5 Melkwegstelsel M81.



De sterren op de voorgrond horen bij 'onze' Melkweg.

Wetenschappers zien door hun telescopen overal in het heelal sterrenstelsels. In afbeelding 6 zie je een foto die is gemaakt met de ruimtetelescoop *Hubble*. De stipjes die je ziet zijn geen sterren maar sterrenstelsels. Elk sterrenstelsel bestaat uit miljarden sterren.
Het totale aantal sterrenstelsels wordt geschat op meer dan 2000 miljard. Het heelal is onvoorstelbaar groot.



afbeelding 6 De stipjes die je ziet zijn geen sterren, maar sterrenstelsels. Elk sterrenstelsel bestaat uit miljarden sterren.



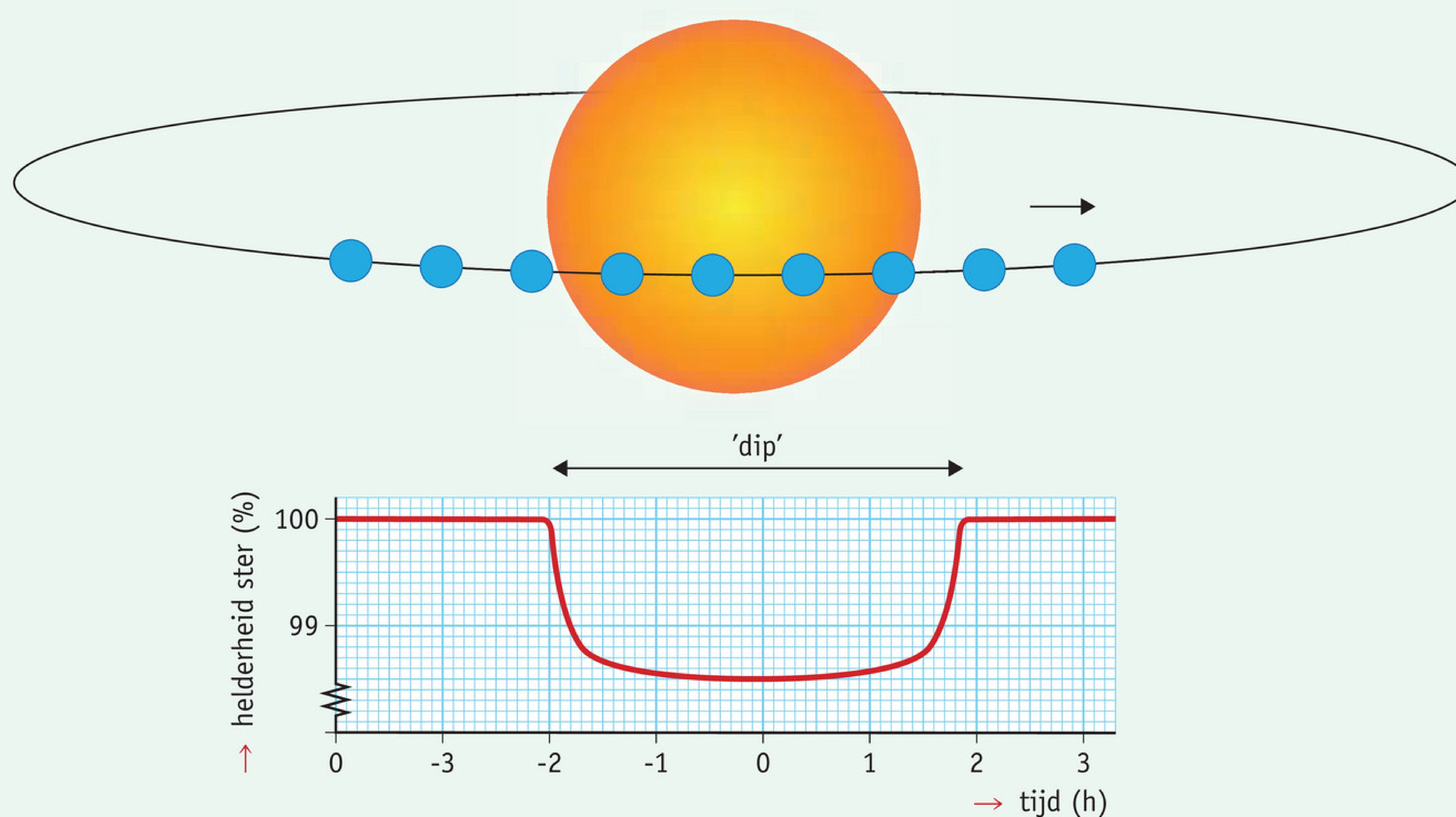
Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS EXOPLANETEN

Het zonnestelsel is niet uniek in het heelal. Er zijn veel meer sterren die een of meer planeten hebben. Planeten rond andere sterren dan de zon worden exoplaneten genoemd. Het Griekse woord ‘exo’ betekent *buiten*. Exoplaneten worden zo genoemd omdat ze buiten ons zonnestelsel zijn. De eerste exoplaneet werd ontdekt in 1992. Eind 2020 waren er meer dan vierduizend exoplaneten bekend.

Sterrenkundigen kunnen exoplaneten niet rechtstreeks waarnemen. Daarvoor weerkaatst zo’n planeet niet genoeg licht naar de aarde. In plaats daarvan kijken sterrenkundigen naar het licht van de ster waar de exoplaneet omheen draait. Kleine veranderingen in dat licht kunnen de aanwezigheid verraden van een of meer exoplaneten.

Een telescoop meet de hoeveelheid licht die een ster uitstraalt. Als er een exoplaneet voor de ster langs beweegt, ontstaat er een ‘dipje’ in de hoeveelheid licht (afbeelding 7). Eén omlooptijd later ontstaat er weer zo’n dipje en nog een omlooptijd later weer een. Voor sterrenkundigen vormt zo’n serie dipjes het bewijs dat er een exoplaneet rond de ster draait.



afbeelding 7 Als een planeet voor een ster langs beweegt, is zo’n ster tijdelijk minder helder.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Een ster is een enorme bol gloeiend hete .... Het oppervlak is zo heet dat het licht en andere soorten .... uitzendt.

b Groepjes sterren aan de sterrenhemel vormen herkenbare figuren, die je .... noemt.

c Het sterrenstelsel waar het zonnestelsel bij hoort, bestaat uit ongeveer .... miljard sterren.

d Het sterrenstelsel waar de zon bij hoort, heet de ....

2 Is de uitspraak waar of onwaar?

a De zon is een ster die veel dichter bij de aarde staat dan de andere sterren. *waar / onwaar*

b De zon is vergeleken met de meeste andere sterren bijzonder groot en heet. *waar / onwaar*

c De Melkweg is een sterrenbeeld met opvallend heldere sterren. *waar / onwaar*

d Er bestaan meer dan een miljard sterrenstelsels. *waar / onwaar*

e De sterrenhemel ziet er elk uur anders uit. *waar / onwaar*

f Sterren hebben allemaal dezelfde kleur. *waar / onwaar*

g De helderste sterren aan de sterrenhemel staan het dichtst bij de aarde. *waar / onwaar*

3 Hoe ziet de Melkweg eruit op een donkere nacht?

....

4 De Melkweg is een:

○ A ster.
○ B sterrenbeeld.
○ C sterrenhemel.
○ D sterrenstelsel.

TOEPASSING

5 Bekijk voor de volgende opdrachten de sterrenkaart in afbeelding 3.

a In welk sterrenbeeld stond de planeet Mars op het afgebeelde tijdstip?

....

b Welke planeet staat op het punt om in het zuidwesten onder te gaan?

....

c In welke richting is het sterrenbeeld Grote Beer te vinden volgens de kaart?

....

6 Wat stellen de twee ovale schijven voor in afbeelding 8?

○ A een ster en een sterrenstelsel
○ B twee sterren
○ C twee sterrenstelsels



afbeelding 8 Een blik in het heelal.

★ 7

Sterren staan op een vaste plaats aan de sterrenhemel. Toch kan een ster na een halfjaar een heel klein beetje verschoven zijn ten opzichte van de sterren eromheen. In afbeelding 9 is getekend hoe dit komt.

a Op 15 februari zie je vanaf de aarde ster X in richting 1 tussen de achtergrondsterren staan.
Op welke datum is de ster in richting 2 aan de hemel te zien?
- ○ A 15 mei
- ○ B 15 augustus
- ○ C 15 november
- ○ D 15 februari

b Hoe komt het dat de 'achtergrondsterren' op foto 1 en 2 niet verschoven zijn?

....

....

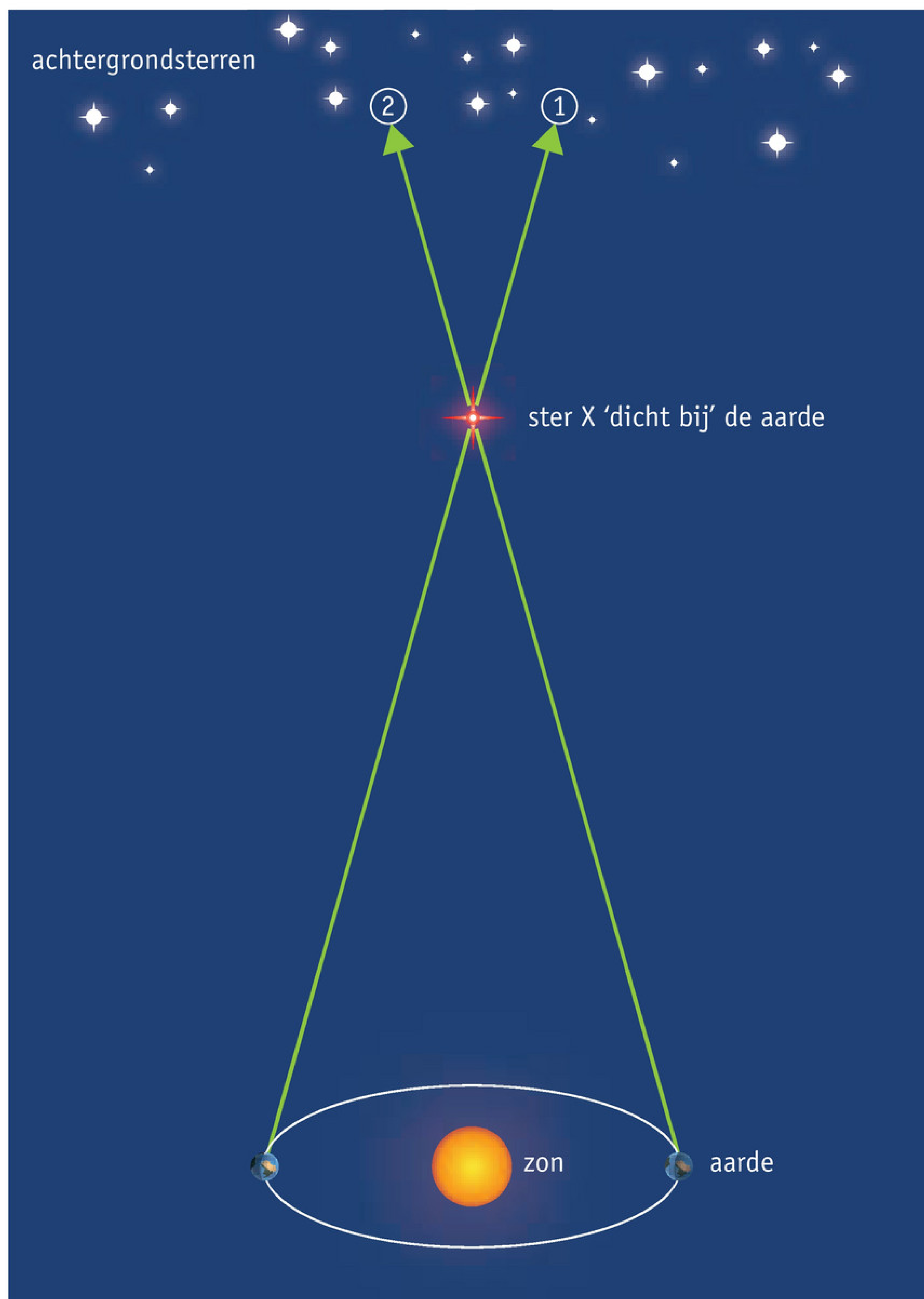
....

c Stel, er is ook een ster Y die na een halfjaar verschoven lijkt te zijn. Ster X is verder verschoven dan ster Y.
Welke ster staat dichter bij de aarde, ster X of ster Y? Leg je antwoord uit.

....

....

....

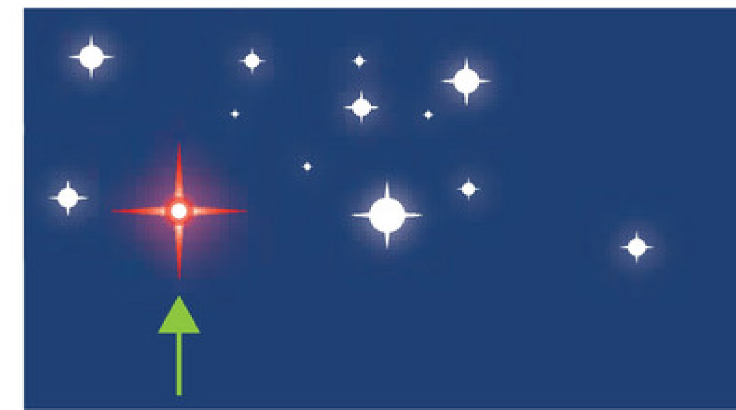


1



Op foto 1 staat ster X rechts van de achtergrondsterren.

2



Op foto 2 staat ster X links van de achtergrondsterren.

afbeelding 9 Zo bepaal je het verschil tussen de twee hoeken (niet op schaal).

★ 8

Je kunt op internet prachtige foto's van sterrenstelsels vinden. Gebruik bijvoorbeeld de zoekwoorden: *NASA galaxy Hubble*. *Galaxy* is Engels voor sterrenstelsel.

- Zoek een sterrenstelsel uit.
  Let erop dat je een echte ruimtefoto zoekt en geen namaakfoto of een afbeelding die is samengesteld uit verschillende foto's. Een namaakfoto herken je vaak aan woorden in de beschrijving, zoals *artist's impression*.
- Verzamel meer informatie over het sterrenstelsel dat je gekozen hebt. Bijvoorbeeld:
  - Waar staat het sterrenstelsel aan de hemel?
  - Wat voor soort sterrenstelsel is het?
  - Hoe ver staat het stelsel van de aarde?
  - Hoe groot is de doorsnede (in lichtjaren)?
  - Hoe beweegt het sterrenstelsel ten opzichte van de aarde?
  - Wat maakt het sterrenstelsel bijzonder of opvallend?
- Verwerk je bevindingen tot een kort werkstuk van twee pagina's A4, met afbeeldingen.



Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS EXOPLANETEN

9 De ruimtetelescoop *Kepler* was actief van 2009 tot 2013. De telescoop zocht naar exoplaneten door de helderheid van zo'n half miljoen sterren te meten. De gegevens werden verwerkt tot diagrammen waarin de helderheid van een ster werd uitgezet tegen de tijd.
Bekijk het diagram van de ster HAT-P-7 in afbeelding 10.

a Waaraan zie je dat er met regelmatige tussenpozen een planeet voor de ster langs beweegt?

....

....

....

b Als er een planeet voor de ster langs beweegt, neemt de hoeveelheid licht van de ster met ongeveer 0,73% af.
Leg uit dat je daaraan kunt zien dat de planeet maar klein is vergeleken met de ster waar hij omheen draait.

....

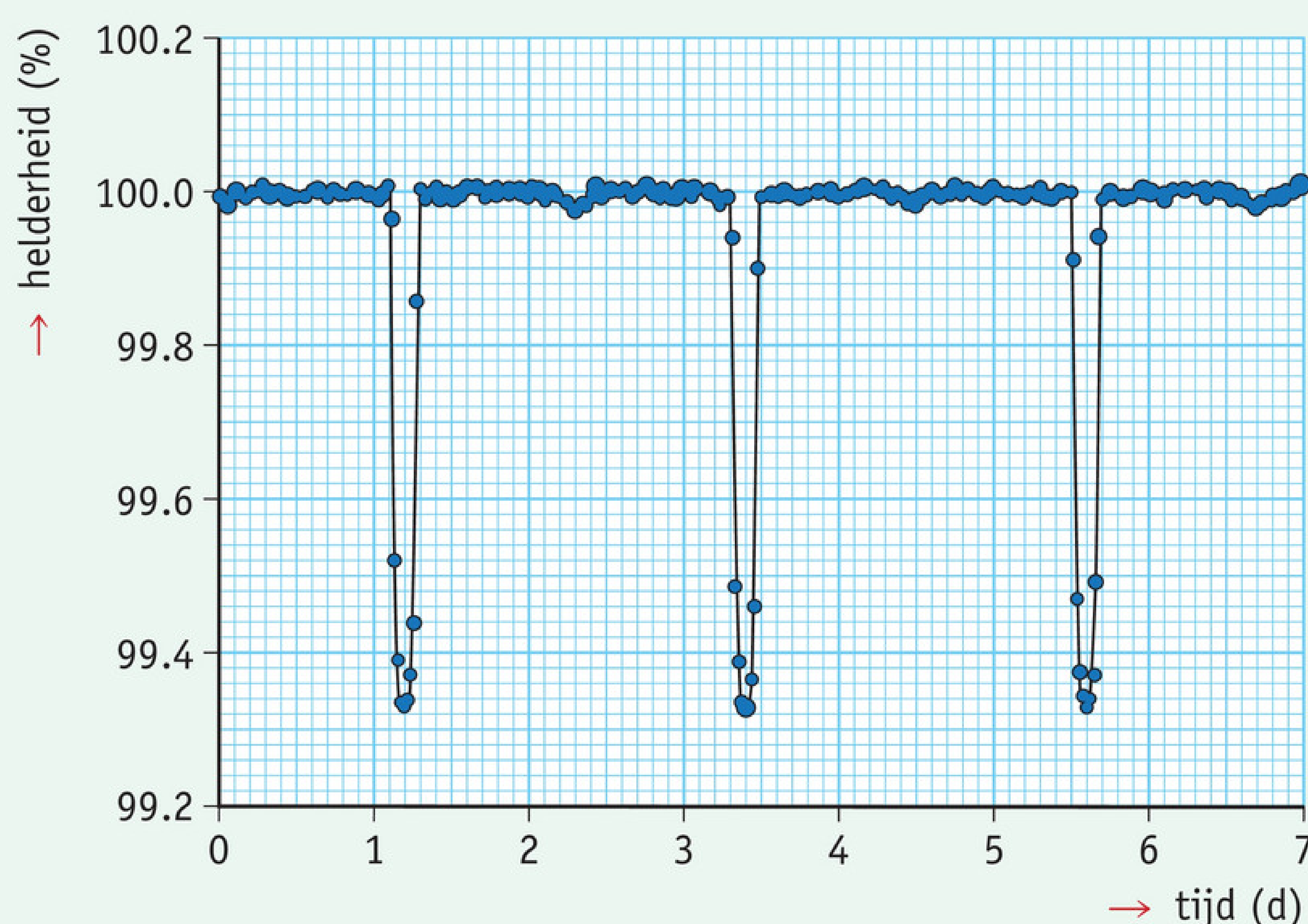
....

c Na hoeveel tijd gaat de planeet voor het eerst voor de ster langs? na .... dagen

Na hoeveel tijd gaat de planeet voor de tweede keer voor de ster langs? na .... dagen

En de derde keer? na .... dagen

De omlooptijd van deze planeet is dus .... dagen.



afbeelding 10 De helderheid van het licht van ster HAT-P-7.

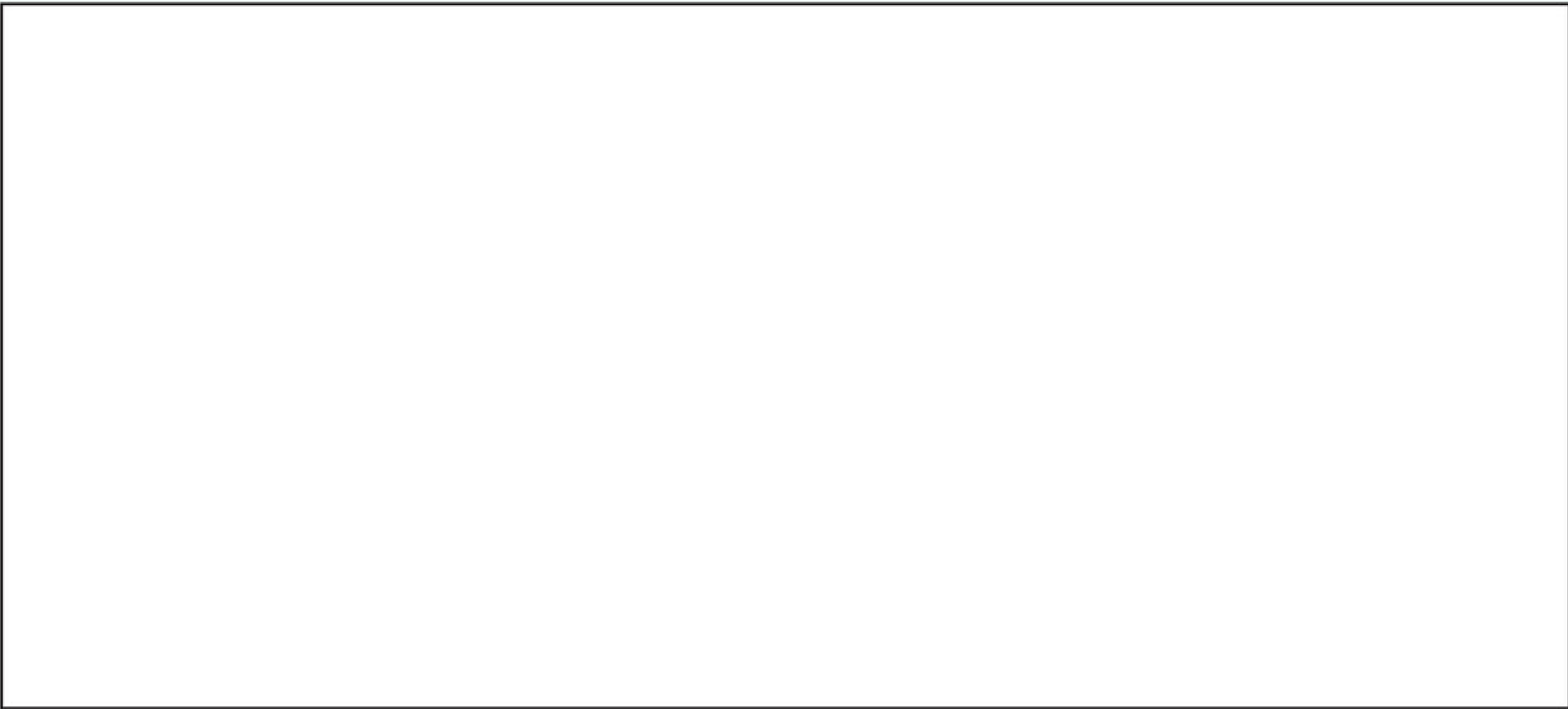
★ 10

Je kunt de 'dipjes' in de helderheid van afbeelding 10 alleen zien als je vanaf de aarde 'recht van opzij' tegen de baan van een planeet aankijkt. Planeten waarbij je schuin tegen de baan aankijkt, kun je op deze manier niet vinden.
Leg met een tekening uit waarom je bij zo'n planeet geen 'dip' in het sterlicht ziet.

....

....

....



11

De ruimtetelescoop *Kepler* heeft planeten gevonden in allerlei groottes, van iets kleiner dan de aarde tot nog groter dan Jupiter. Maar sterrenkundigen gaan ervan uit dat *Kepler* kleinere planeten, met de grootte van Mars of Mercurius, vaak over het hoofd gezien heeft.
Leg uit waarom een kleine planeet zoals Mars moeilijker te vinden is dan een grotere planeet.

....

....

....

....

Practica

PROEF 1 DE TIJD BEPALEN ZONDER KLOK

Naar: esero.nl

30 minuten

Let op: doe deze proef op een zonnige dag.

Inleiding
Overdag kun je de stand van de zon gebruiken om te bepalen hoe laat het is. Daarvoor gebruik je een zonnewijzer.



afbeelding 1 Een zonnewijzer.

Doel
In deze proef maak je een zonnewijzer en onderzoek je of jouw zonnewijzer de juiste tijd aangeeft.

Nodig
- ☐ knipblad Zonnewijzer achter in dit boek
- ☐ lijm
- ☐ schaar
- ☐ kompas

Uitvoeren en uitwerken
- Gebruik het knipblad Zonnewijzer achter in dit boek.
- Knip de twee tekeningen van de wijzerplaat en de stijl uit het knipblad. Je leraar vertelt langs welke lijn je moet knippen:
  - Woon je in het noorden van Nederland, knip dan langs de lijn 53°.
  - Woon je in het midden van Nederland, knip dan langs de lijn 52°.
  - Woon je in het zuiden van Nederland, knip dan langs de lijn 51°.
- Vouw bij de tekening van de stijl de plakranden A, B, C en D langs de lijnen.
- Vouw bij de tekening van de wijzerplaat de grote driehoek langs de vouwlijn.
- Kijk naar het voorbeeld van de zonnewijzer op het knipblad. Plak de plakranden A, B, C en D op de juiste plekken op de wijzerplaat. Vraag hulp aan je leraar als het niet lukt.
- Pak het kompas en zet de pijl met ZUID naar het zuiden neer.

- Doe je deze proef in de maanden april, mei, juni, juli augustus, september of oktober volg dan route A.
- Doe je deze proef in de maanden november, december, januari, februari of maart volg dan route B.

route A

1 Hoe laat is het op de zonnewijzer?

....

2 Hoe laat is het op de klok (of je horloge of telefoon)?

....

3 Er zit *wel* / *niet* veel verschil tussen de tijd op de zonnewijzer en op de klok.

4 Leg uit wat de oorzaak hiervan zou kunnen zijn.

....

....

5 Wat moet je in de maanden april, mei, juni, juli augustus, september of oktober dus doen als je de zonnewijzer afleest?

....

route B

1 Hoe laat is het op de zonnewijzer?

....

2 Hoe laat is het op de klok (of je horloge of telefoon)?

....

3 Er zit *wel / niet* veel verschil tussen de tijd op de zonnewijzer en op de klok.

4 Met een zonnewijzer kun je de tijd tot op 1 minuut nauwkeurig aflezen. *waar* / *niet waar*

- Ruim alles netjes op.

PROEF 2 SCHIJNGESTALTEN NABOOTSEN

Naar: esero.nl

20 minuten

Inleiding

Je ziet de maan doordat deze door de zon wordt verlicht. Welke schijngestalte van de maan je ziet, hangt af van de stand van de maan ten opzichte van de aarde en de zon.

Doel

In deze proef ontdek je hoe de schijngestalten van de maan ontstaan. Je gebruikt daarbij een zaklamp en een bal.

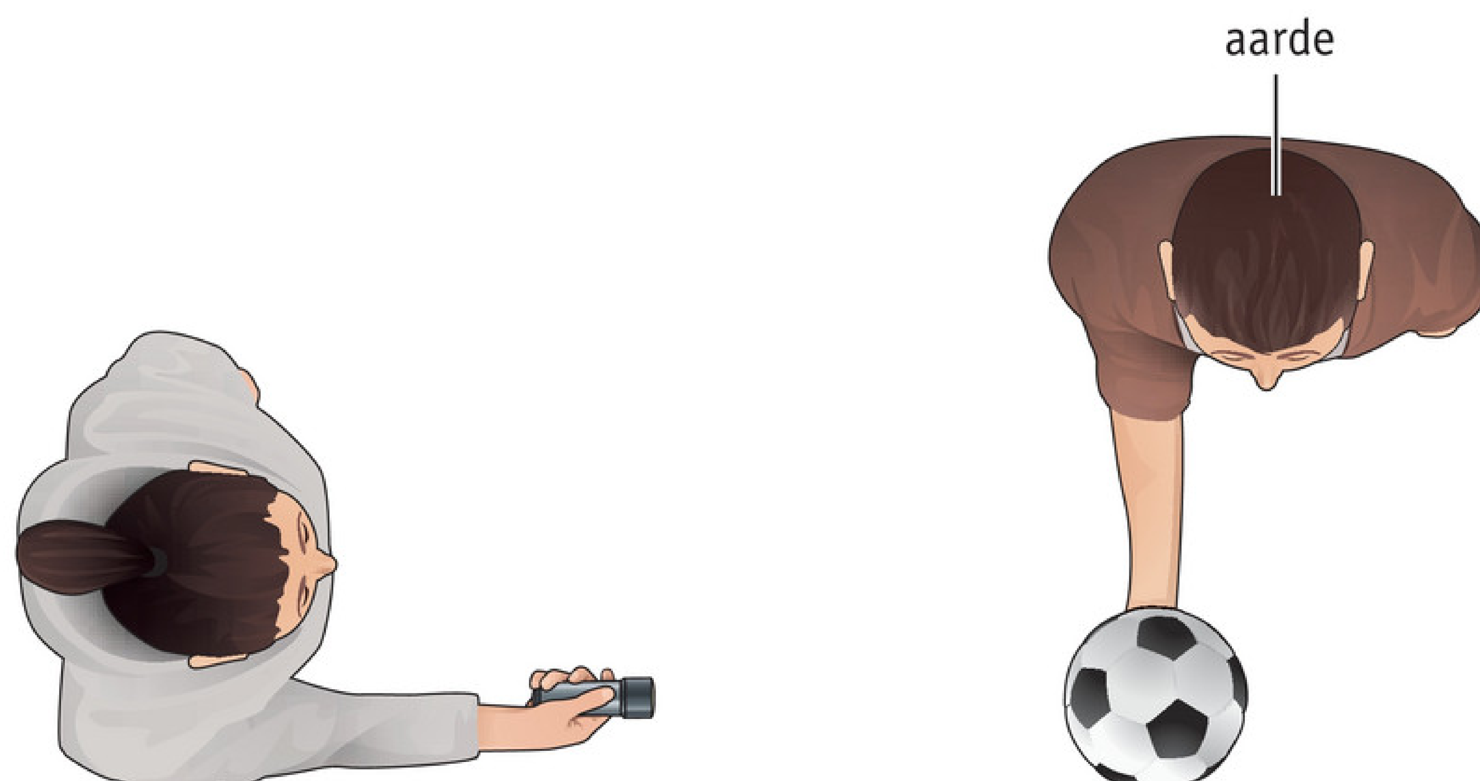
Nodig

- ☐ bal met een lichte kleur
- ☐ zaklamp

Uitvoeren en uitwerken

Voor deze proef moet het zo donker mogelijk zijn in het klaslokaal.

- Deze proef doe je samen met een klasgenoot.
- Bekijk de opstelling van afbeelding 2.



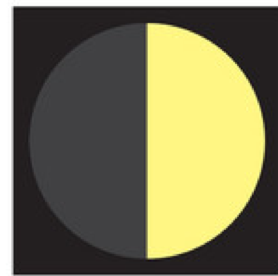
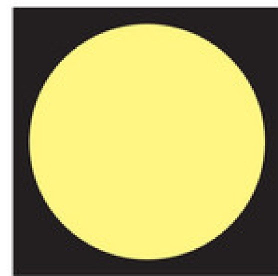
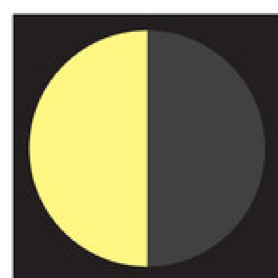
afbeelding 2 Opstelling van proef 2.

1 Een leerling heeft de bal vast. Zijn of haar hoofd is de aarde.
Wat stelt de lamp voor?
- ○ A de aarde
- ○ B de maan
- ○ C de zon

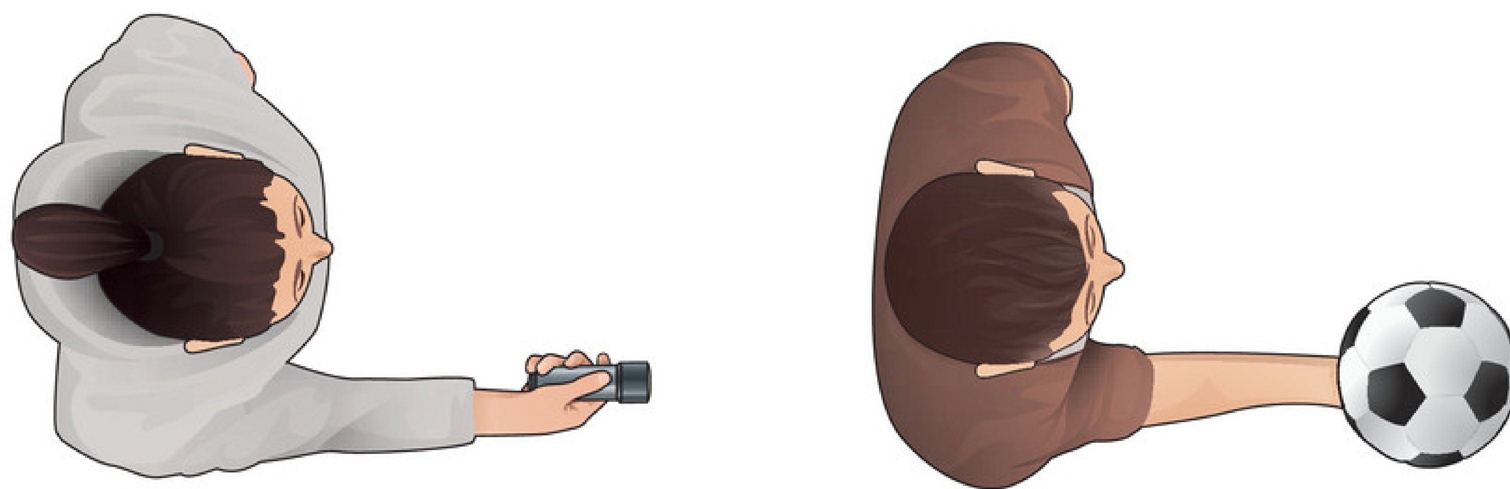
2 Wat stelt de bal voor?
- ○ A de aarde
- ○ B de maan
- ○ C de zon

- Ga allebei staan zoals in afbeelding 2.
- Je klasgenoot doet de zaklamp aan.

3 Hoe zie je nu de bal (vanaf aarde)? Kies de afbeelding die het beste lijkt.

- ○ A 
- ○ B 
- ○ C 
- ○ D 

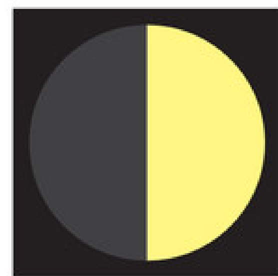
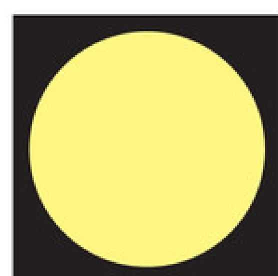
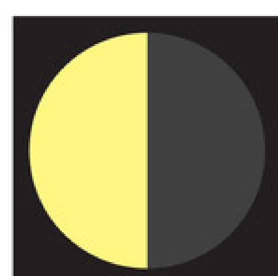
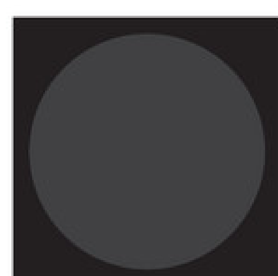
- Draai nu tegen de klok in met de bal nog steeds voor je uit.
- Stop met draaien als je staat zoals in afbeelding 3.
- Je klasgenoot met de zaklamp gaat achter je staan.



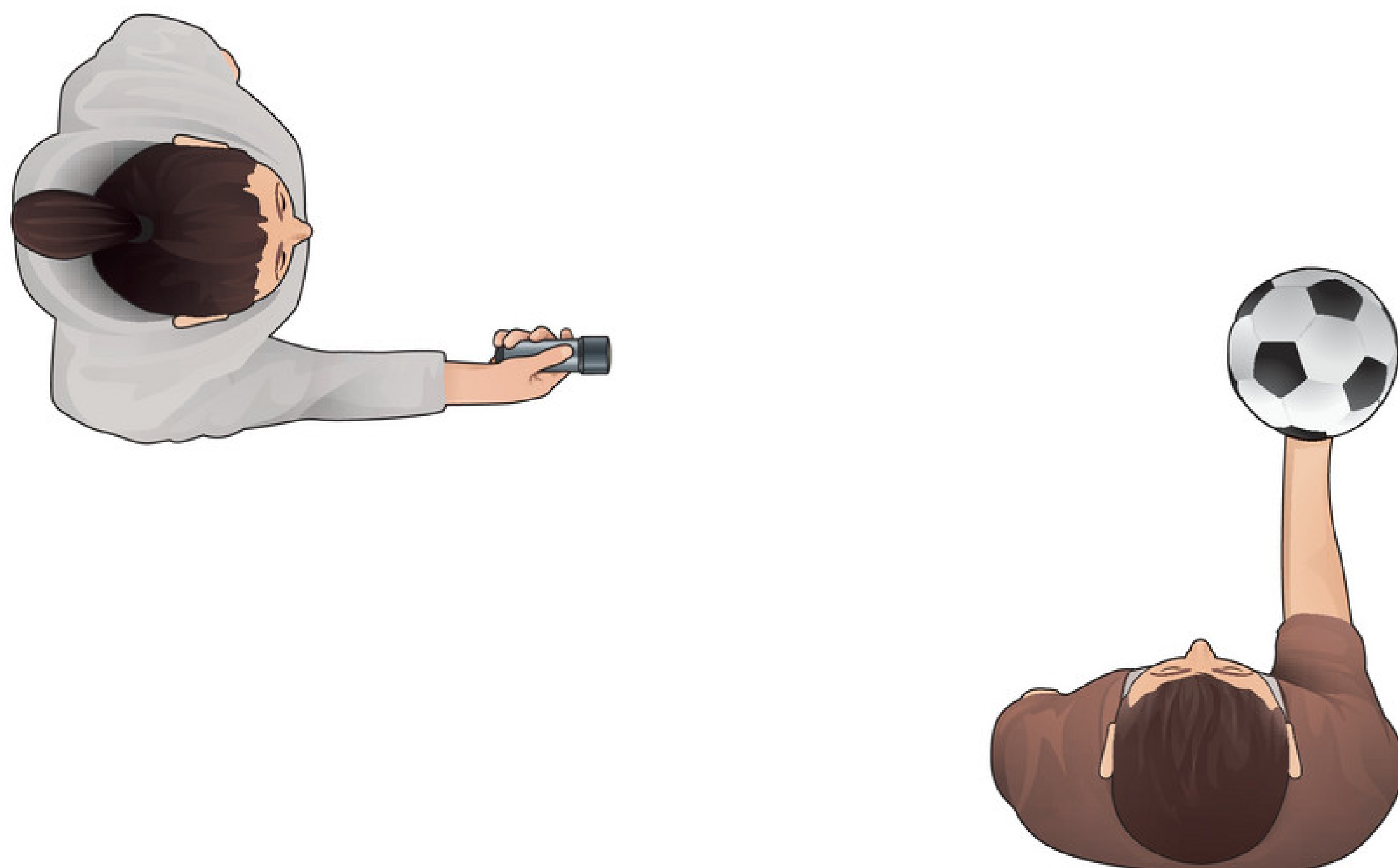
afbeelding 3 Tegen de klok in draaien.

- Je klasgenoot schijnt over je schouder op de bal. Dus niet tegen je hoofd.
- Kijk naar de bal.

4 Hoe zie je de bal (vanaf aarde)? Kies de afbeelding die het beste lijkt.

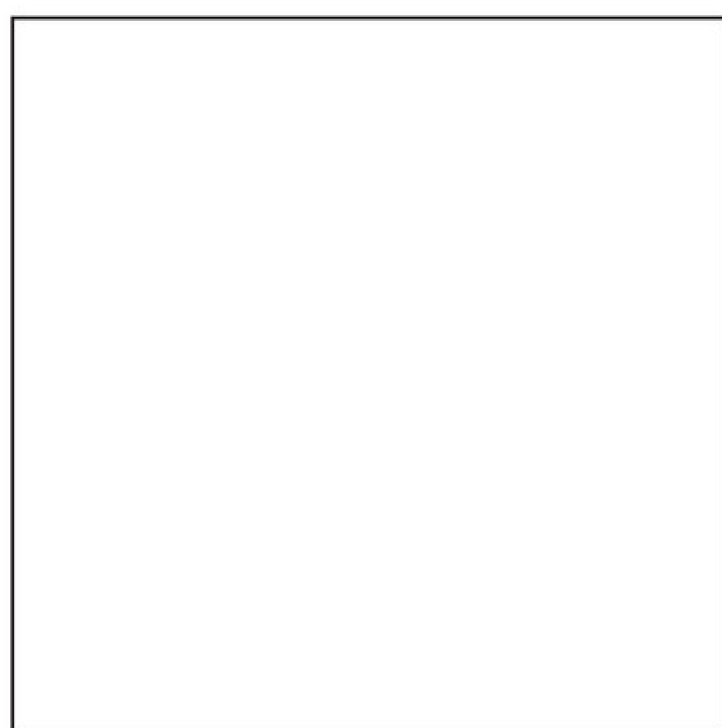
- ○ A 
- ○ B 
- ○ C 
- ○ D 

- Draai nu verder tegen de klok in.
- Stop met draaien als je staat zoals in afbeelding 4.
- Kijk weer naar de bal.



afbeelding 4 Tegen de klok in draaien.

5 Teken hoe je de bal nu ziet (vanaf aarde).



- Draai weer verder tegen de klok in.
- Stop met draaien als je staat zoals in afbeelding 5.
- Zorg dat je elkaar met de zaklamp niet in de ogen schijnt.
- Kijk weer naar de bal.



afbeelding 5 Tegen de klok in draaien. Zorg dat je elkaar niet in de ogen schijnt.

6 Je kunt nu *wel* / *geen* verlicht gedeelte van de bal zien.
Het is dan *nieuwe maan* / *eerste kwartier* / *volle maan* / *laatste kwartier*.

- Ruim alles netjes op.

PROEF 3 EEN MODEL VAN HET ZONNESTELSEL MAKEN

45 minuten

Inleiding

De afstanden in het zonnestelsel zijn groot. Het is moeilijk om je voor te stellen hoe ver de planeten van de zon (en van elkaar) verwijderd zijn. Een goede manier om toch een beeld te krijgen, is het maken van een schaalmodel.

Doel

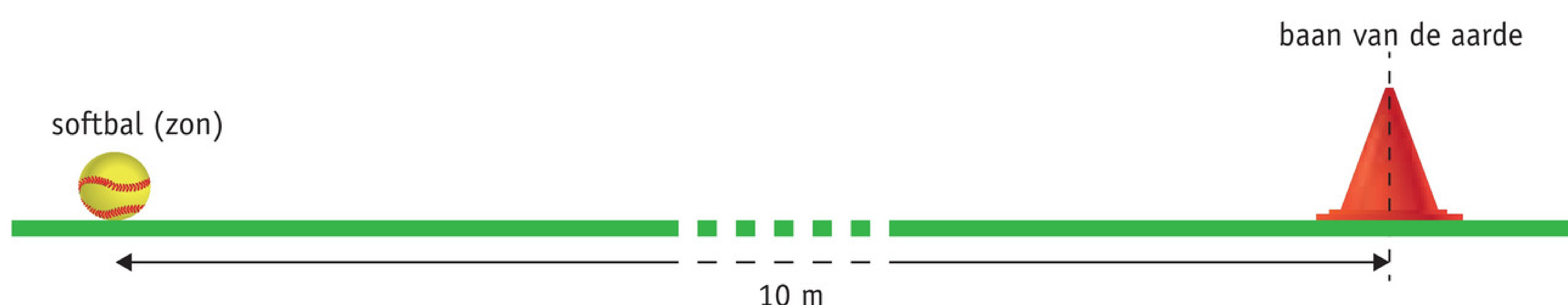
In deze proef maak je een model van het zonnestelsel. In dit model geef je de afstanden tussen de zon en de planeten weer op schaal 1 : 15 000 000 000. Anders gezegd: 1 m in het model staat voor 0,1 AE (dat is 15 000 000 km) in werkelijkheid.

Nodig

- ☐ grote open ruimte (sportveld, schoolplein, grasveld)
- ☐ softbal
- ☐ 6 pionnen
- ☐ meetlint (1 m)
- ☐ touw (10 m)

Uitvoeren en uitwerken

- Om de verschillende afstanden af te meten, gebruik je een touw van 10 m waarin je om de meter een knoop in legt.
- De softbal stelt de zon voor, op de schaal van jouw model. Leg hem neer aan de rand van het sportveld/schoolplein/grasveld.
- De aarde beweegt in een baan op 1 AE van de zon. In jouw model is dat 10 m. Meet deze afstand af. Markeer de baan van de aarde met een pion (afbeelding 6).



afbeelding 6 De zon en baan van de aarde in het model van het zonnestelsel.

1 Bereken hoe groot je de afstand moeten maken in je model tussen de overige planeten en de zon. Noteer de uitkomsten in tabel 1.

tabel 1 Baangegevens van de planeten.

planeet	gemiddelde afstand tot de zon (AE)	afstanden in jouw schaalmodel (m)
Mercurius	0,39	
Venus	0,73	
aarde	1,0	10
Mars	1,5	
Jupiter	5,2	
Saturnus	9,6	
Uranus	19	
Neptunus	30	

- Meet de afstanden af waarop de planeten Mercurius, Venus, Mars, Jupiter en Saturnus rond de zon bewegen. Zet telkens een pion neer om de baan van de planeet te markeren.

Verslag
- Maak een filmpje met je telefoon, waarin je het model presenteert. Begin bij de softbal die de zon voorstelt. Ga dan naar Mercurius, vervolgens naar Venus enzovoort. Vertel of laat met een bordje zien welke pion welke planeet voorstelt.
- Leg in je filmpje ten slotte uit waar de baan van Uranus en Neptunus (ongeveer) langs zou lopen, als je die twee planeten ook in je model had opgenomen.

PROEF 4 DE GROOTTE VAN DE PLANETEN VERGELIJKEN

Naar: esero.nl

25 minuten

Inleiding
De aarde is de grootste van de vier aardse planeten. Maar vergeleken met de reuzenplaneten Jupiter of Saturnus is de aarde maar klein.

Doel
In deze proef onderzoek je hoe groot de planeten zijn in verhouding tot elkaar. Daarvoor reken je hun diameter om naar millimeter met een schaal van 1 : 4 000 000 000. Je gebruikt etenswaar om de planeten voor te stellen.

Nodig
- ☐ suikerkorrels
- ☐ mosterdzaad
- ☐ quinoakorrels
- ☐ peperkorrels
- ☐ 2 gepelde hazelnoten
- ☐ 2 hazelnoten in schil
- ☐ 2 walnoten in schil
- ☐ schuifmaat

Uitvoeren en uitwerken

- Leg de korrels, zaden en noten voor je op tafel.

1 In tabel 2 staan de acht planeten met hun diameter in km.
Rond deze afstanden af op duizendtallen en zet ze in kolom 3. Mercurius is al voorgedaan.

tabel 2 De acht planeten van ons zonnestelsel.

hemellichaam	diameter (km)	diameter afgerond op 1000 km	diameter op schaal (mm)	keuze
Mercurius	4878	5000	1,3	
Venus	12 104			
aarde	12 756			
Mars	6794			
Jupiter	142 984			
Saturnus	120 538			
Uranus	51 118			
Neptunus	49 528			

- Deze grote afstanden zijn moeilijk voor te stellen. Daarom reken je de diameter om naar millimeters met een schaal van 1 : 4 000 000 000.
Dit betekent: 1 mm is in werkelijkheid 4 miljard mm.

2 Deel de afgeronde diameter van kolom 3 door 4000. Je krijgt dan de diameter op schaal in mm.
Zet de uitkomst in kolom 4. Mercurius is al voorgedaan.

- Zoek bij iedere diameter een korrel of noot die erbij past.
- Gebruik hierbij de schuifmaat.

3 Schrijf je keuze in kolom 5 van tabel 2.

4 Leg de ‘planeten’ op volgorde van afstand tot de zon.

- De zon heeft een diameter van 1 400 000 km.

5 Bereken op dezelfde manier als in opdracht 2 de diameter van de zon in mm.

....

6 Bedenk iets eetbaars dat je in je zonnestelsel als zon kunt gebruiken.

....

7 De zon is *ongeveer even groot als* / *veel groter dan* de planeten.

- Ruim alles netjes op.

PROEF 5 EEN *LANDER* ONTWERPEN

Naar: esero.nl

45 minuten

Inleiding

Een *lander* moet zacht neerkomen op het oppervlak van een hemellichaam. Anders kan hij kapot gaan. Voor een zachte landing zijn verschillende oplossingen mogelijk.

Doel

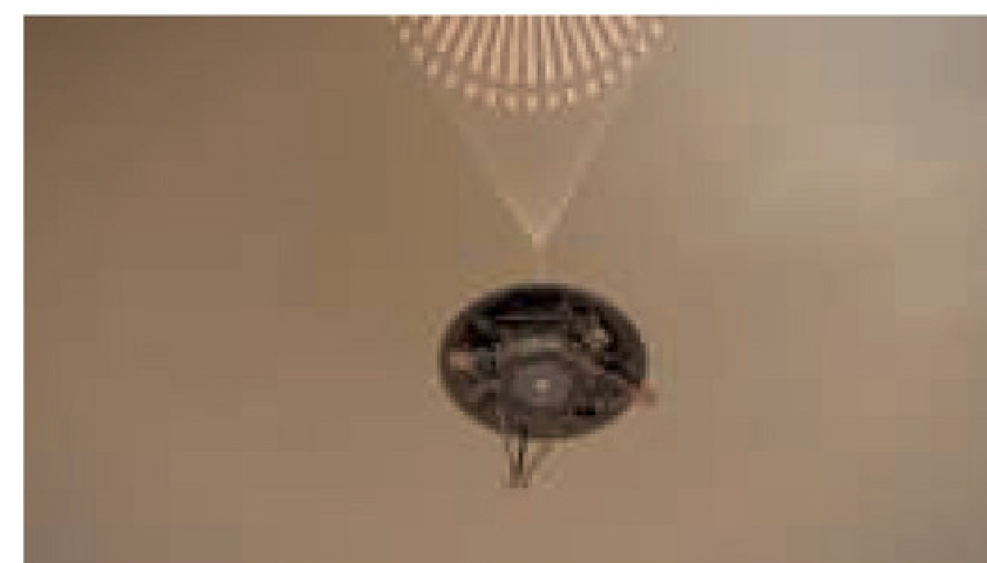
In de proef ontwerp je een *lander* voor een ei. De *lander* moet ervoor zorgen dat het ei niet breekt, en hij moet zonder hulp rechtop blijven staan na de landing.

Nodig

- ☐ A4-papier
- ☐ aluminiumfolie
- ☐ boterhamzakjes
- ☐ elastiekjes
- ☐ gekookt ei
- ☐ gum
- ☐ klei
- ☐ meetlat
- ☐ plakband
- ☐ potlood
- ☐ rietjes
- ☐ satéstokjes
- ☐ schaar
- ☐ tape
- ☐ touw
- ☐ watten

Uitvoeren en uitwerken

- Bekijk de Mars-*lander* in afbeelding 7.



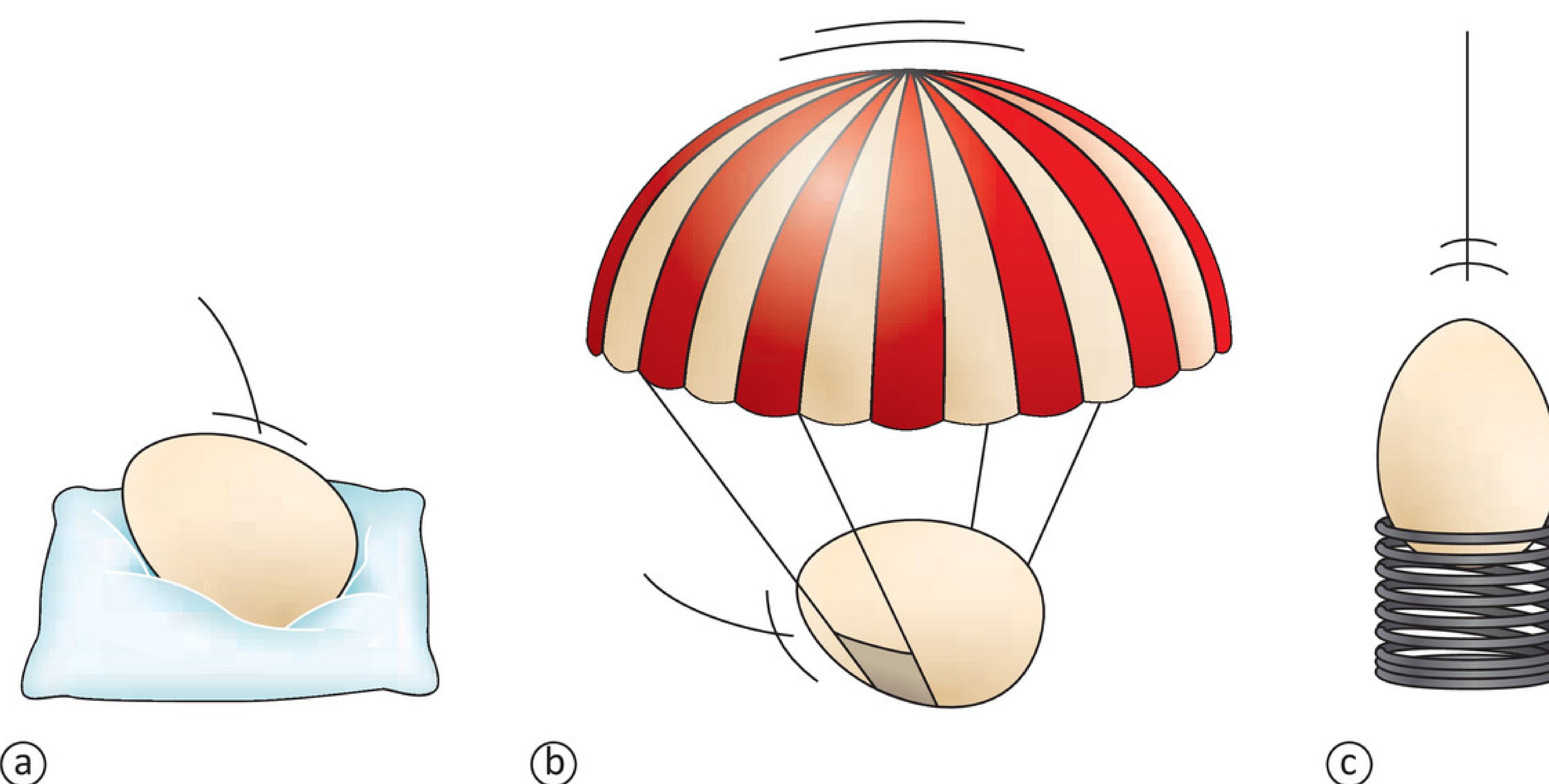
afbeelding 7 Een Mars-*lander*.

1 Wat zorgt er bij deze Mars-*lander* voor dat hij niet te snel omlaag valt?
de parachute / de poten die veren

2 Wat zorgt er bij deze Mars-*lander* voor dat de schok bij de landing kleiner wordt?
de parachute / de poten die veren

- Je gaat een *lander* voor een ei maken.
In afbeelding 8 zie je enkele voorbeelden.

afbeelding 8 Drie voorbeelden voor een *lander*.



3 **a** Wat breekt de val van het ei in afbeelding 8a?

....

b Wat vertraagt de val van het ei in afbeelding 8b?

....

c Wat breekt de val van het ei in afbeelding 8c?

....

- Je *lander* moet aan de volgende eisen voldoen:
  - De *lander* moet ervoor zorgen dat het ei niet breekt.
  - De *lander* moet zonder hulp kunnen staan als hij geland is.

- Maak een ontwerp van je *lander* op papier.
- Maak een ei van klei. Dit ei gebruik je om ervoor te zorgen dat het echte ei in de *lander* past. En om je *lander* te testen.
- Maak nu de *lander*.
- Plaats het ei van klei in de *lander*.
- Laat de *lander* van 0,5 m hoogte vallen.

4 Mijn *lander* is *wel* / *niet* heel gebleven.

5 Mijn *lander* is *wel* / *niet* recht blijven staan.

6 Ik verwacht dat het gekookte ei *wel* / *niet* heel blijft.

- Herstel je *lander* als hij niet heel is gebleven.
- Verbeter indien nodig je ontwerp.

7 Verwacht je dat het gekookte ei nu heel blijft? *ja* / *nee*

- Plaats het gekookte ei in de *lander*.
- Laat de *lander* van 0,5 m hoogte vallen.

8 Het ei is *wel* / *niet* heel gebleven.

9 De landing is *wel* / *niet* gelukt.

10 Schrijf op waarom je denkt dat je landing wel of niet gelukt is.

....

....

....

....

- Ruim alles netjes op.

Leerstofoverzicht

7.1 DE ZON, DE AARDE EN DE MAAN

ONTHOUD

- De zon is een grote, hete bol, vele malen groter dan de aarde.
- De sterren lijken rond de aarde te draaien, maar in werkelijkheid wordt deze draaiing veroorzaakt doordat de aarde rond de aardas draait.
- De aarde draait in 24 uur rond haar as.
- De aarde draait in een cirkelvormige baan rond de zon. De tijd van één ronde (de omlooptijd) is gelijk aan één jaar.
- De aardas staat schuin op het vlak waarin de aarde om de zon draait.
  - Hierdoor krijgt de ene helft van het jaar het noordelijke deel van de aarde meer zon. Het is daar dan zomer en de dagen zijn langer.
  - De andere helft van het jaar krijgt het zuidelijke deel meer zon. Dan is het daar zomer, met lange dagen. In Nederland is het dan winter.
- De maan draait in een baan rond de aarde. De maan geeft zelf geen licht. Je ziet de maan omdat deze het zonlicht terugkaatst.
- Afhankelijk van waar de maan staat ten opzichte van de aarde, zie je meer of minder van de verlichte kant. Zo ontstaan de schijngestalten van de maan: nieuwe maan, eerste kwartier, volle maan en laatste kwartier.

BEGRIPPEN

aardas
Denkbeeldige lijn door de beide polen van de aarde, waar de aarde omheen draait.

aswenteling
Draaiende beweging van de aarde rond de aardas, waardoor dag en nacht ontstaan.

baan
Weg die een voorwerp in de ruimte volgt rond de zon.

fase
Ander woord voor schijngestalte van de maan.

nieuwe maan
Zo ziet de maan eruit als de donkere kant naar de aarde toegekeerd is; de maan is dan onzichtbaar.

omlooptijd
De tijd voor een complete ronde rond de zon.

schijngestalte
Schijnbaar uiterlijk van een planeet of een maan, doordat je alleen het deel kunt zien dat door de zon verlicht wordt (en het niet-verlichte deel onzichtbaar blijft).

volle maan
Zo ziet de maan eruit als je tegen het door de zon verlichte deel aankijkt: een grote ronde schijf.

7.2 HET ZONNESTELSEL

ONTHOUD

- De sterren lijken vanaf de aarde op een vaste afstand van elkaar staan op een grote halve bol: de sterrenhemel.
- Sterren die zichtbaar zijn aan de sterrenhemel draaien schijnbaar rond een centraal punt: de noordelijke hemelpool.
- Planeten kun je herkennen doordat ze bewegen ten opzichte van de sterren. Als je door een telescoop kijkt, blijft een ster een punt, maar een planeet wordt dan een schijf met een eigen, kenmerkend uiterlijk.
- Planeten bewegen in een cirkel rond de zon. De zon met de planeten die eromheen draaien noem je het zonnestelsel.
- In volgorde van hun afstand tot de zon heten de planeten Mercurius, Venus, aarde, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus.
- Rond de zon draaien nog meer hemellichamen, zoals dwergplaneten en planetoïden.
- Een maan is een hemellichaam dat rond een planeet draait.

BEGRIPPEN

dwergplaneet
Bolvormig hemellichaam dat rond de zon beweegt, maar veel kleiner dan een planeet is.

hemellichaam
Voorwerp dat door de ruimte zweeft.

maan
Hemellichaam dat rond een andere planeet draait.

noordelijke hemelpool
Punt aan de hemel waar het noordelijke uiteinde van de aardas naartoe wijst; alle sterren in het noorden lijken rond dit punt te draaien.

planeet
Bolvormig hemellichaam dat rond de zon (of een andere ster) beweegt.

planetoïden
Kleine en grote rotsblokken die net als planeten en dwergplaneten in een baan om de zon draaien.

sterrenhemel
Grote halve bol waarop je ’s nachts de sterren en planeten vanaf de aarde kunt waarnemen.

zonnestelsel
Zon en hemellichamen, zoals planeten, die eromheen draaien.

7.3 DE PLANETEN

ONTHOUD

- Hoe dichter een planeet bij de zon staat, hoe groter zijn snelheid en hoe korter zijn omlooptijd.
- De astronomische eenheid (AE) is de gemiddelde afstand tussen de aarde en de zon. 1 AE = 150 000 000 km.
- De aardse planeten hebben een hard, rotsachtig oppervlak.
- De reuzenplaneten zijn veel groter dan de aardse planeten en bestaan voor een groot deel uit gassen.
- De atmosferen van de aarde, Venus en Mars bestaan uit verschillende mengsels van gassen. In de aardse atmosfeer komt stikstof het meest voor, gevolgd door zuurstof. De atmosferen van Venus en Mars bestaan vooral uit koolstofdioxide.
- Wetenschappers doen op verschillende manieren onderzoek aan hemellichamen in het zonnestelsel. Voorbeelden zijn onderzoek door een *flyby*, met *orbiters* en *landers*.

BEGRIPPEN

aardse planeet
Planeet die op de aarde lijkt, met een hard, rotsachtig oppervlak waarop planeetverkenners kunnen landen, en een dunne atmosfeer.

atmosfeer
Mengsel van gassen dat de buitenste laag van een planeet vormt.

reuzenplaneet
Planeet die veel groter is dan de aarde en voor een groot deel uit gassen bestaat; een reuzenplaneet heeft geen stevig oppervlak waarop je zou kunnen landen.

vacuüm
Ruimte waarin geen moleculen zijn en die dus letterlijk helemaal leeg is.

7.4 DE BOUW VAN HET HEELAL

ONTHOUD

- Een ster is een enorme bol gloeiend hete gassen. De zon is de ster die het dichtst bij ons staat.
- Met een sterrenkaart kun je vinden waar aan de hemel sterren, planeten en sterrenbeelden staan op een bepaald tijdstip.
- Met een goede telescoop kun je veel sterrenstelsels aan de hemel ontdekken. Van ons eigen sterrenstelsel (de Melkweg) zie je de losse sterren die dicht bij ons staan en de Melkweg zelf als een band van licht.
- In het heelal zijn miljarden sterrenstelsel zichtbaar. De afstanden van de aarde tot de sterren verschillen enorm.

BEGRIPPEN

Melkweg
Sterrenstelsel waartoe onze zon behoort. Je kunt deze als een band van licht langs de nachtelijke hemel zien. De Melkweg bestaat uit talloze sterren die met het blote oog niet te onderscheiden zijn.

ster
Bolvormig hemellichaam dat licht geeft doordat er processen plaatsvinden waarbij heel veel warmte en straling ontstaat.

sterrenbeeld
Groepje sterren dat een herkenbare afbeelding vormt, met een eigen naam. Bekende voorbeelden zijn Orion en de Grote Beer.

sterrenkaart
Kaart waarop de sterrenhemel wordt weergegeven zoals die op een wolkeloze nacht te zien is.

sterrenstelsel
Verzameling van enkele honderden miljarden bij elkaar horende sterren, vaak met opvallende spiraalvormige armen.


Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

8 Geluid

GELUID OM JE HEEN
De wereld is vol met geluiden. Denk maar aan muziek en leuke gesprekken of het geluid van de wind en de zee. Maar er zijn ook vervelende geluiden, zoals de herrie van langsrazende auto's, opstijgende vliegtuigen en luidruchtige buren.

INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING



1 Geluid maken en horen

LEERDOELEN

8.1.1 Je kunt een aantal geluidsbronnen noemen.
8.1.2 Je kunt uitleggen hoe het geluid van een luidspreker zich verspreidt tot je oren het geluid opvangen.
8.1.3 Je kunt uitleggen wat een tussenstof is.
8.1.4 Je kunt de geluidssnelheid in lucht van 20 °C noemen.
8.1.5 Je kunt beschrijven hoe je geluid hoort.
PLUS 8.1.6 Je kunt berekenen welke afstand geluid heeft afgelegd in verschillende tussenstoffen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	8.1.1	8.1.2	8.1.3	8.1.4	8.1.5	8.1.6
Onthouden	7	2, 5, 6ab	6c	6de	8ab	14, 16a
Begrijpen	1, 3, 9abcd		4, 11			15a
Toepassen			10, 12a		13ab	15bc, 16bc
Analyseren			12b			

In de natuur kun je allerlei geluiden horen, bijvoorbeeld het rommelen van de donder, het ruisen van de zee en het fluiten van vogels. Ook mensen veroorzaken geluid. Ze praten, zingen, schreeuwen, maken muziek, rijden in auto’s, steken vuurwerk af enzovoort.

GELUIDSBRONNEN

PROEF 1

Een voorwerp dat geluid maakt, noem je een **geluidsbron**. Veel geluidsbronnen zijn door mensen gemaakt, bijvoorbeeld muziekinstrumenten, machines, motoren en luidsprekers (afbeelding 1).



afbeelding 1 Bij deze geluidsbox zijn twee luidsprekers ingebouwd.

Geluid ontstaat als een geluidsbron **trillingen** veroorzaakt.

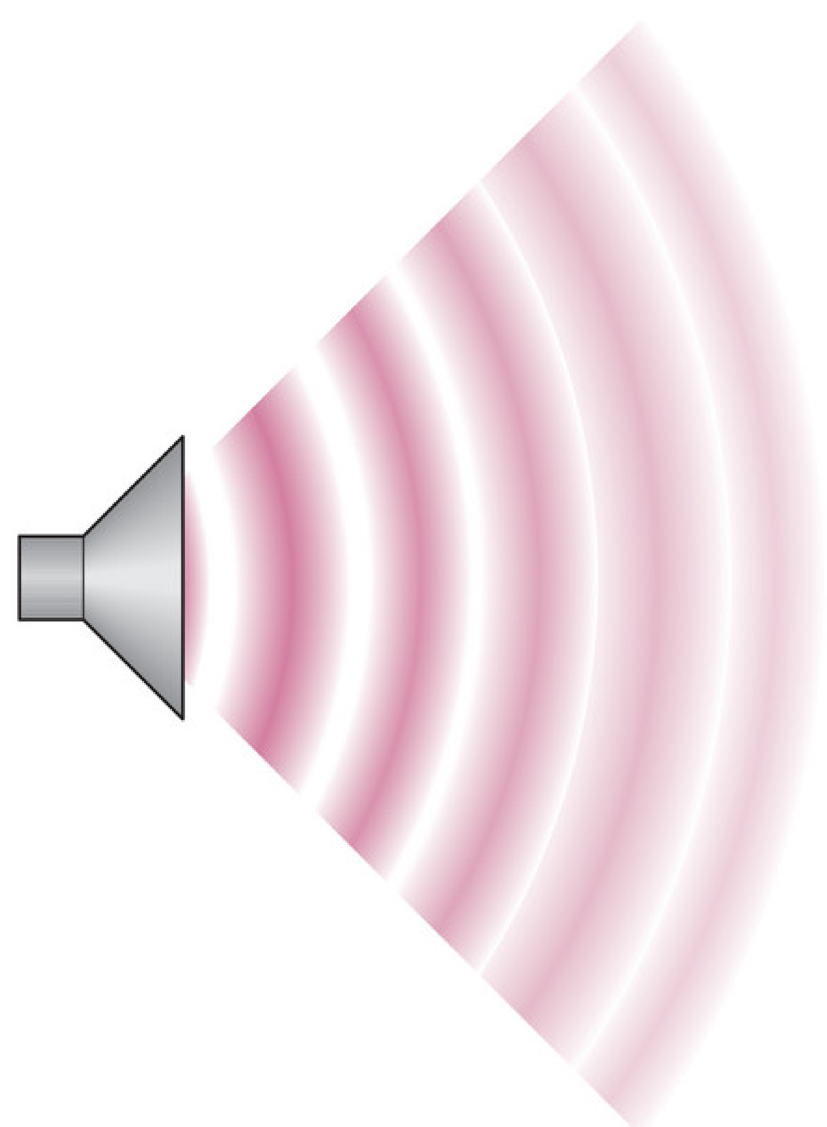
- Bij je stem zijn het de stembanden die trillen.
- Bij een luidspreker is het de conus die trilt.
- Bij een gitaar zijn het de snaren die trillen.

Die trilling hoor je als geluid, doordat de trilling zich vanaf de geluidsbron naar je oren verplaatst. Die verplaatsing kun je vergelijken met de rimpeling in het water als je er een steentje in gooit. De plons is daarbij te vergelijken met de geluidsbron. De rimpeling in het water is het geluid dat zich verplaatst.

VAN DE GELUIDSBRON NAAR JE OREN

PROEF 2+3

In afbeelding 2 is getekend hoe het geluid van een luidspreker zich verspreidt. De conus van de luidspreker beweegt snel heen en weer. Als de conus naar buiten gaat, wordt de lucht rond de conus een klein beetje samengeperst. Als de conus naar binnen gaat, wordt de lucht iets ‘verdund’. Daardoor verandert de luchtdruk steeds een klein beetje en gaat de lucht in alle richtingen trillen.



afbeelding 2 Een luidspreker veroorzaakt trillingen in de lucht.

Je kunt een geluid alleen horen als er een **tussenstof** is: een stof waardoor de trillingen zich kunnen verplaatsen van de geluidsbron naar je oren. Meestal is lucht de tussenstof. Maar geluid kan zich ook verplaatsen door een vloeistof of een vaste stof (zoals metaal). Het geluid van je stem hoor je bijvoorbeeld niet alleen ‘buitenom’ (via de lucht), maar ook ‘binnendoor’ (via de botten van je schedel).

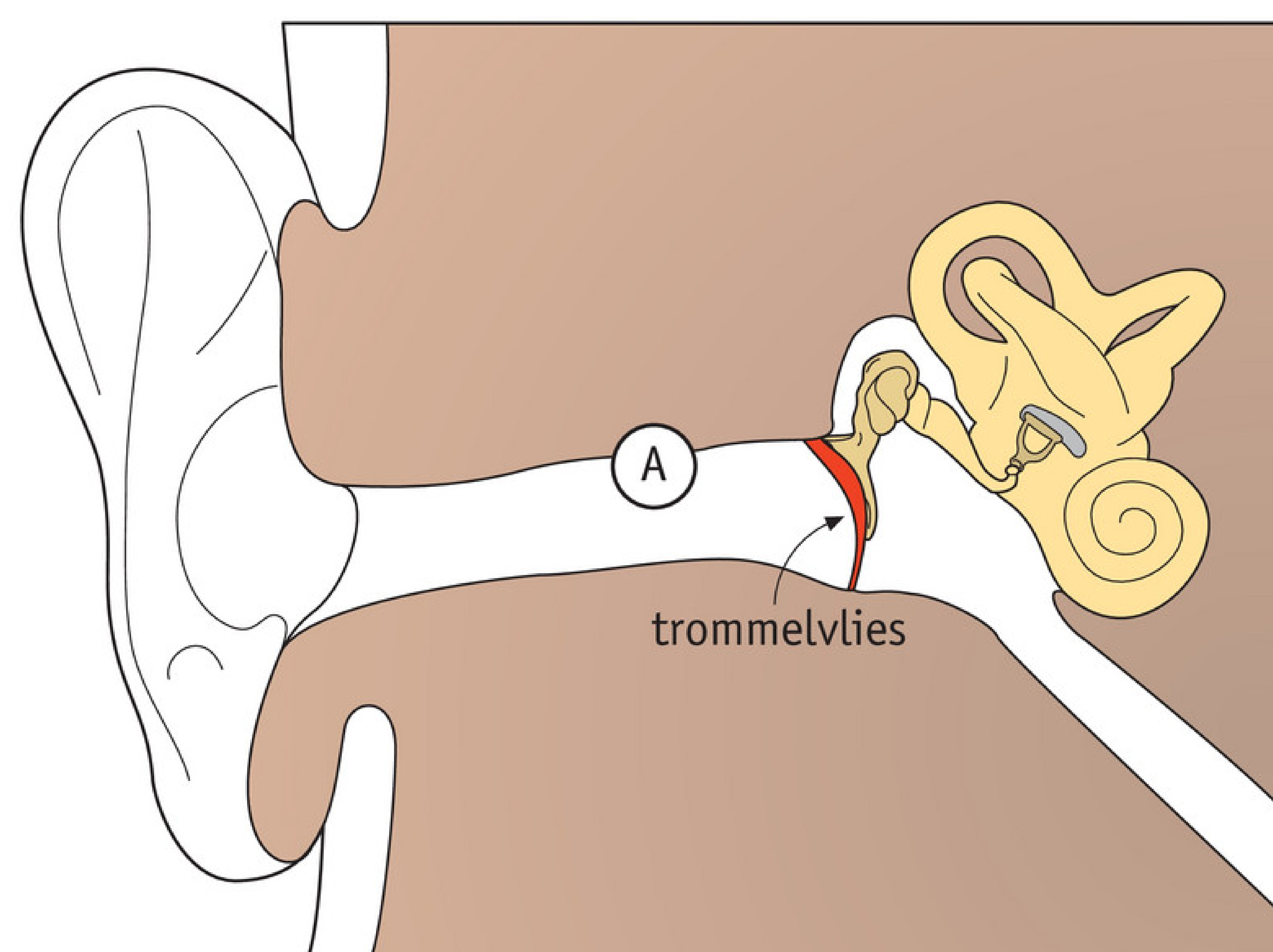
Geluid heeft tijd nodig om zich door een stof te verplaatsen. Je merkt dit bijvoorbeeld als het onweert. Het licht van de bliksem gaat veel sneller dan het geluid. Daardoor hoor je de donder pas als je de bliksem al gezien hebt. Hoe snel het geluid zich verplaatst, verschilt van stof tot stof. De **geluidssnelheid** in lucht is ongeveer 340 meter per seconde (ongeveer 1225 km/h).

GELUID HOREN

In afbeelding 3 is het binnenste van een oor getekend. Als geluidstrillingen het oor bereiken, gaat het trommelvlies ook trillen.

- Het trommelvlies beweegt naar buiten als de luchtdruk bij A lager wordt.
- Het trommelvlies beweegt naar binnen als de luchtdruk bij A hoger wordt.

Op die manier trilt het trommelvlies mee met de trillingen in de lucht. Zintuigcellen nemen deze beweging waar en geven dat door aan de hersenen.



afbeelding 3 Het inwendige van je oor.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS GELUIDSSNELHEID IN ANDERE STOFFEN

Geluid verplaatst zich in lucht met een snelheid van ongeveer 340 meter per seconde. In andere stoffen is de geluidssnelheid vaak veel groter. Geluid beweegt bijvoorbeeld wel 4,5 keer zo snel in water als in lucht. In tabel 1 zie je hoe groot de geluidssnelheid is in verschillende stoffen.

tabel 1 De geluidssnelheid in verschillende stoffen.

stofnaam	geluidssnelheid (m/s)
baksteen	3500
helium	965
koper	2250
lucht	340
water	1500

De geluidssnelheid in lucht is 340 meter per seconde. Dat betekent dat geluid in drie seconden iets meer dan een kilometer aflegt (3 × 340 m = 1020 m). Daardoor kun je snel uitrekenen hoe ver een onweersbui nog bij je vandaan is. Op het moment dat je een bliksemflits ziet, begin je de seconden te tellen. Je stopt als je de donder hoort. Deel het aantal getelde seconden door drie en je weet hoeveel kilometer het onweer bij jou vandaan is (afbeelding 4).



afbeelding 4 Het geluid van de donder komt nu met een snelheid van 340 m/s naar je toe.

LEERSTOF

1 Welk voorwerp is **geen** geluidsbron?

○ A een deurbel
○ B een gitaar
○ C een motor
○ D een oor

2 Een geluidsbron:

○ A is een stof waardoor trillingen zich verplaatsen.
○ B vangt trillingen van de lucht op.
○ C veroorzaakt trillingen in de lucht.
○ D zet trillende lucht om in geluid.

3 Is de uitspraak waar of onwaar?

- Een luidspreker is een geluidsbron. *waar / onwaar*
- Een kettingzaag is een geluidsbron. *waar / onwaar*

4 Kan geluid zich verplaatsen via:

- lucht? *ja / nee*
- steen? *ja / nee*
- water? *ja / nee*

5 Als de conus van een luidspreker naar buiten gaat, wordt de lucht rond de conus:

○ A een klein beetje verdund.
○ B heel erg verdund.
○ C een klein beetje samengeperst.
○ D heel erg samengeperst.

6 Vul in.

a Geluid ontstaat door de .... van een geluidsbron.

b Door beweging van de conus van een luidspreker verandert de .... een klein beetje.

c Geluid kan zich door lucht verplaatsen, maar ook door een .... en een ....

d In lucht heeft het geluid een snelheid van ongeveer .... m/s.

e Bij een onweer zie je eerst de bliksem. Het geluid hoor je later. Dat komt doordat licht .... gaat dan geluid.

7 Wat trilt er heen en weer:

- in een luidspreker waar geluid uit komt? ....
- aan een gitaar waarop wordt gespeeld? ....
- in je keel als je praat? ....

8 **a** Welk deel van het oor neemt de trillingen in de lucht waar?

....

b Welke delen van het oor geven de waarneming van die trillingen door aan de hersenen?

....

TOEPASSING

9 Bekijk de foto's van de muzikanten in afbeelding 5.
Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *hamertjes* – *handen* – *snaren* (3×) – *strijkstok* – *trommelvel* – *vingers*.
Let op: het woord 'snaren' heb je drie keer nodig.

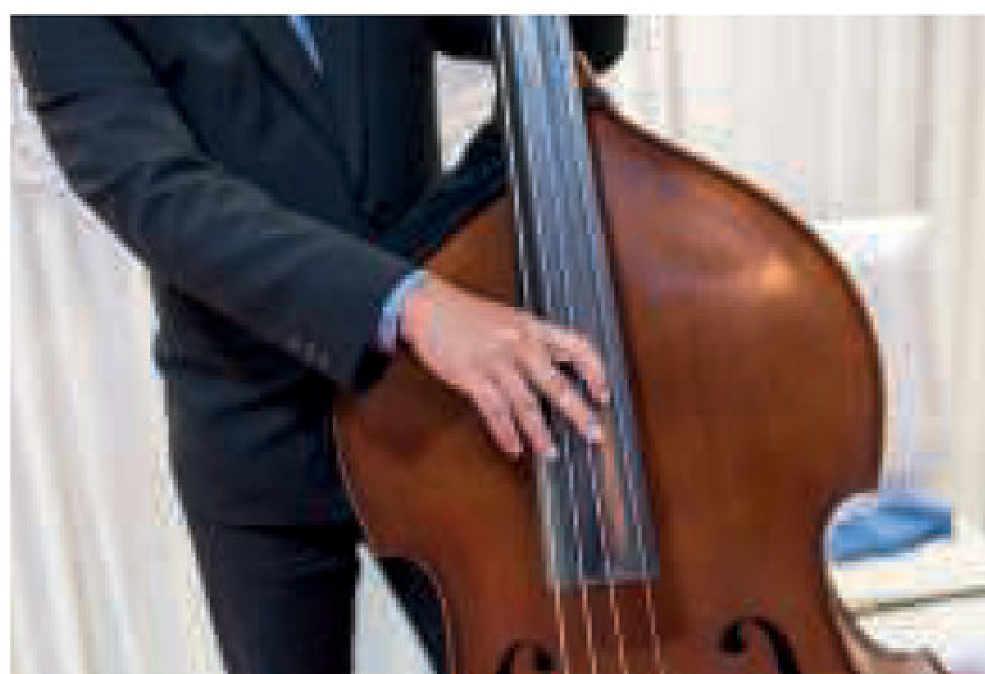
a Ferdi brengt de .... van zijn contrabas in trilling met zijn ....

b Juan brengt het .... van zijn bongo's in trilling met zijn ....

c Bridget brengt de .... van haar viool in trilling met een ....

d Imre brengt de .... van zijn cymbalon in trilling met ....

afbeelding 5 Vier muzikanten met hun muziekinstrumenten.



ⓐ



ⓑ



ⓒ



ⓓ

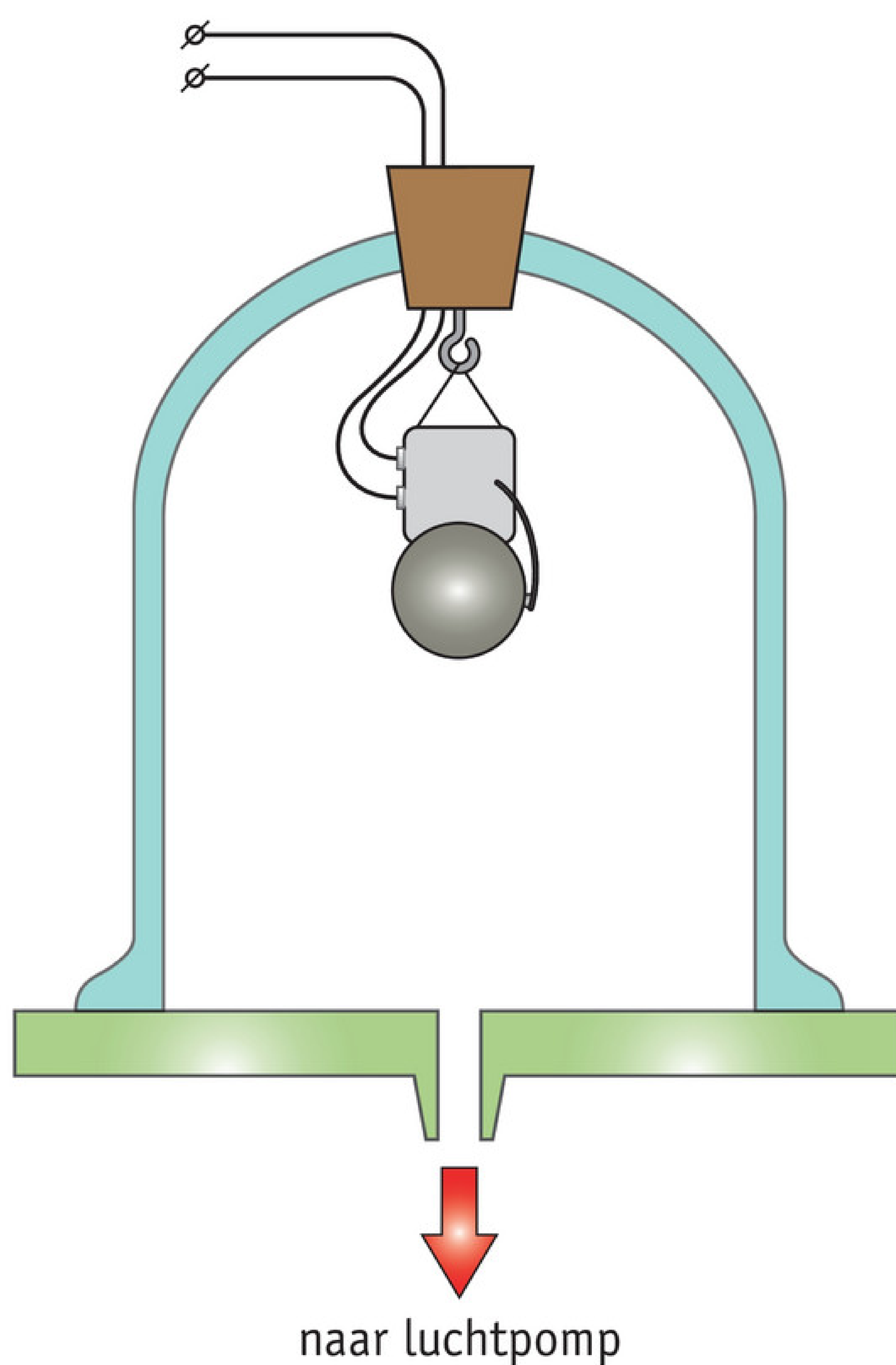
10 Inez laat de bel rinkelen, terwijl ze de lucht onder de stolp wegpompt (afbeelding 6). Ze hoort het geluid van de bel steeds zachter worden. Leg uit waardoor dat komt.

....

....

....

....



afbeelding 6 De proef van Inez.

11 Met twee blikjes en een touwtje kun je een ‘telefoon’ maken (afbeelding 7). Als het touwtje strak gespannen wordt, kun je met elkaar praten via de blikjes. Door welke tussenstof verplaatst het geluid zich dan?

....



afbeelding 7 Hallo, hoor je mij?

★ 12

In de ruimte is geen geluid. Als astronauten aan een ruimtewandeling bezig zijn, praten ze met elkaar via de radio (afbeelding 8).

a Waarom is er in de ruimte geen geluid?

....

b Als de radio stuk is, wordt het voor de astronauten erg lastig om met elkaar te praten. Toch kunnen ze in noodgevallen zorgen dat ze elkaar wel verstaan. Wat moeten de astronauten in zo'n geval doen om elkaar toch te kunnen verstaan?

....

....



afbeelding 8 Ruimtevaarders tijdens een ruimtewandeling.

13

In afbeelding 9 zie je een foto van het trommelvlies. In afbeelding 10 is een doorsnede van een oor getekend. De stippellijn geeft aan welke stand het trommelvlies inneemt als de druk bij A gelijk is aan de druk bij B.

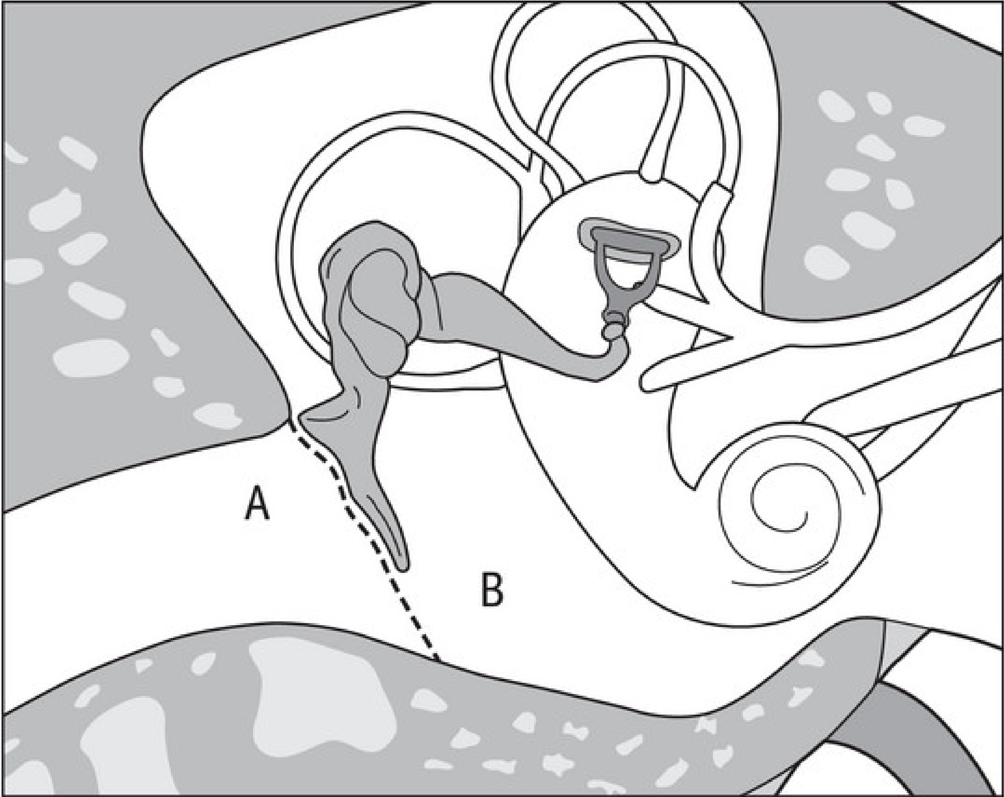
a In tekening a is de druk bij A groter dan de druk bij B. Teken in afbeelding 10a met rood hoe het trommelvlies dan doorbuigt.

b In tekening b is de druk bij A kleiner dan de druk bij B. Teken in afbeelding 10b met rood hoe het trommelvlies dan doorbuigt.

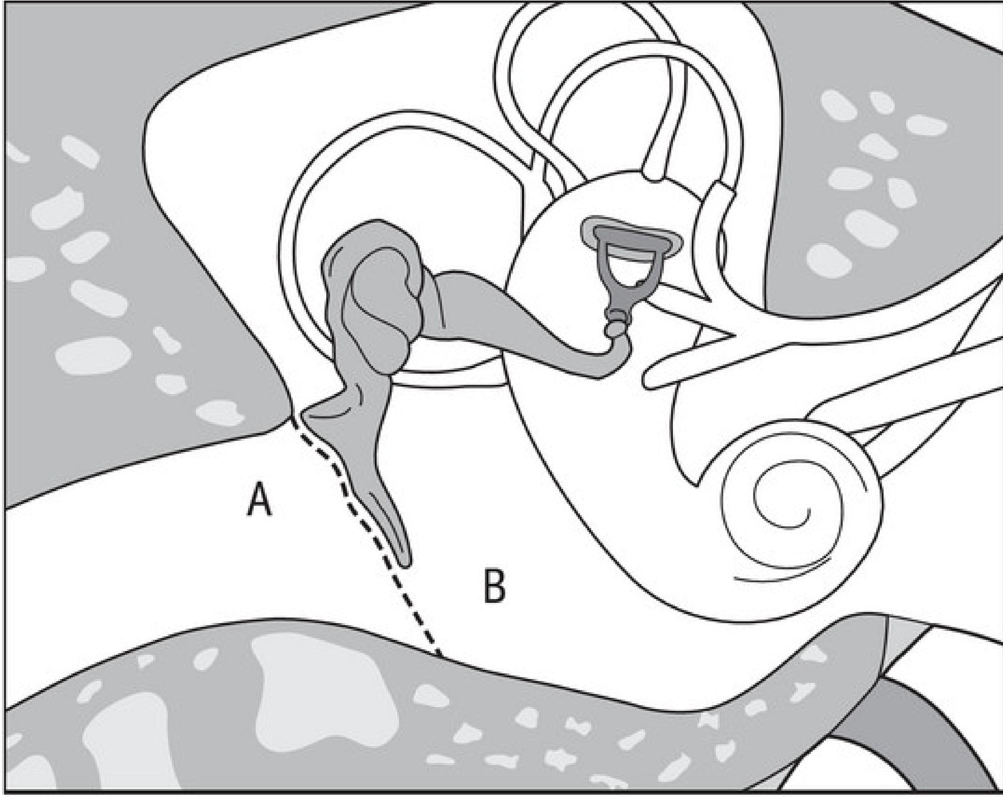


afbeelding 9 Zo ziet het trommelvlies eruit.

afbeelding 10 Hoe buigt het trommelvlies door?



a



b

Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS GELUIDSSNELHEID IN ANDERE STOFFEN

14 De snelheid waarmee geluid zich door de lucht verplaatst is:

- ○ A 34 m/s.
- ○ B 340 m/s.
- ○ C 3400 m/s.

15 Gerard beweert: "Je kunt eenvoudig nagaan hoe ver een onweersbui bij je vandaan is. Tel het aantal seconden tussen een bliksemflits en de donder en deel dit aantal door 3. De uitkomst is de afstand in kilometers."

a Hoelang doet het geluid volgens Gerard over één kilometer? .... seconden

b Hoe groot is dus de geluidssnelheid volgens Gerard?

....

....

c Doet het geluid er in het echt langer of korter over?

....

....

16 Sommige zeeschepen maken gebruik van sonar (afbeelding 11).

a Gebruik tabel 1. Hoe groot is de snelheid van geluid in water? .... m/s

b De sonar van een schip vangt een echo op. Dat gebeurt 0,2 seconde nadat het geluid is weggestuurd.
Hoe groot is de afstand die het geluid in die tijd heeft afgelegd?

gegevens snelheid = ... m/s

tijd = ... s

gevraagd afstand = ?

uitwerking afstand = ... × ....

afstand = ... × .... = ...

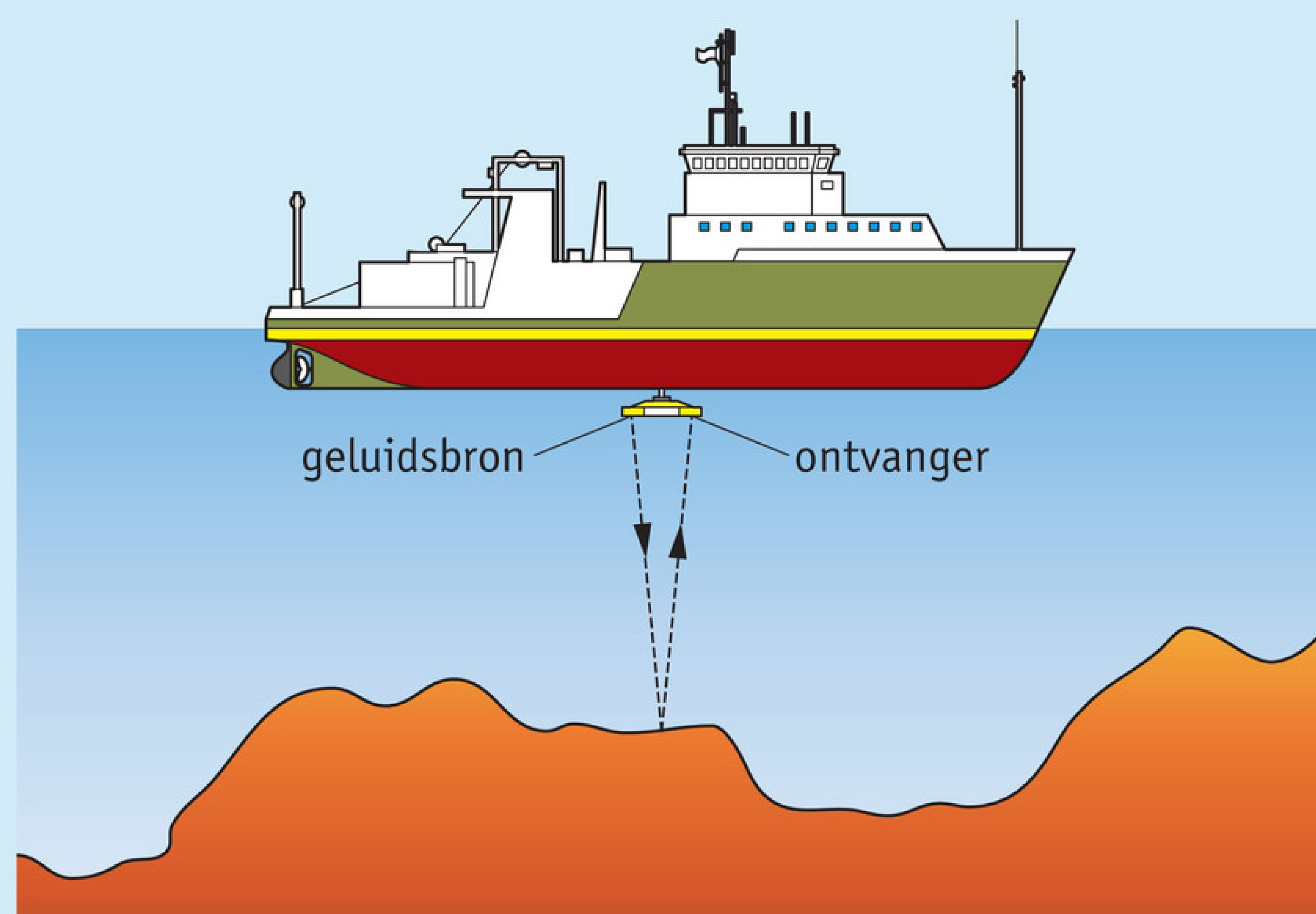
c Hoe diep is de zee op deze plaats?

....

....

afbeelding 11 Zo werkt sonar.

Op veel schepen wordt sonar gebruikt om de diepte van de zee te meten. Een geluidsbron zendt onder water geluidspulsen uit. De pulsen kaatsen terug tegen de zeebodem en worden daarna weer door een ontvanger opgevangen. Tussen het uitzenden en opvangen van een geluidspuls verloopt een korte tijd. Het sonarsysteem meet die tijd en berekent daaruit automatisch hoe diep de zee is.



2 Toonhoogte en frequentie

LEERDOELEN

8.2.1 Je kunt de drie factoren noemen die de hoogte van de toon van een snaar bepalen.
8.2.2 Je kunt uitleggen wat de frequentie is van een trilling.
8.2.3 Je kunt het verband beschrijven tussen de frequentie en de toonhoogte.
8.2.4 Je kunt in een oscilloscoopbeeld de trillingstijd van een toon bepalen.
8.2.5 Je kunt het frequentiebereik van het menselijk gehoor benoemen.
PLUS 8.2.6 Je kunt de frequentie van een toon berekenen met de trillingstijd.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	8.2.1	8.2.2	8.2.3	8.2.4	8.2.5	8.2.6
Onthouden	5	2, 4ab			4c	
Begrijpen	1, 6ab, 7ab, 10ab		14ab		3, 13ab	15ade
Toepassen			9a, 11	12abc	13cd	15bc, 16a
Analyseren	8ab			9b		16b

Als je een geluid moet omschrijven, zeg je vaak iets over de toonhoogte. Je zegt bijvoorbeeld dat een apparaat piept als het een hoge toon maakt. Of dat het bromt als het een lage toon maakt. De meeste mensen kunnen een melodie – een serie hogere en lagere tonen na elkaar – zonder moeite nazingen.

SNAARINSTRUMENTEN

PROEF 4

In allerlei muziekinstrumenten worden snaren gebruikt. Een viool heeft bijvoorbeeld vier snaren, een gitaar heeft er zes en een piano heeft er meer dan tweehonderd. Als je zo'n snaar in trilling brengt, geeft hij een toon. Een toon is een geluid met een bepaalde toonhoogte.

De toonhoogte hangt af van drie factoren:

- Hoe dik de snaar is. Hoe dikker de snaar, hoe lager de toon.
- Hoe lang de snaar is (afbeelding 1). Hoe langer de snaar, hoe lager de toon.
- Hoe strak de snaar is gespannen. Hoe lager de spanning, hoe lager de toon.



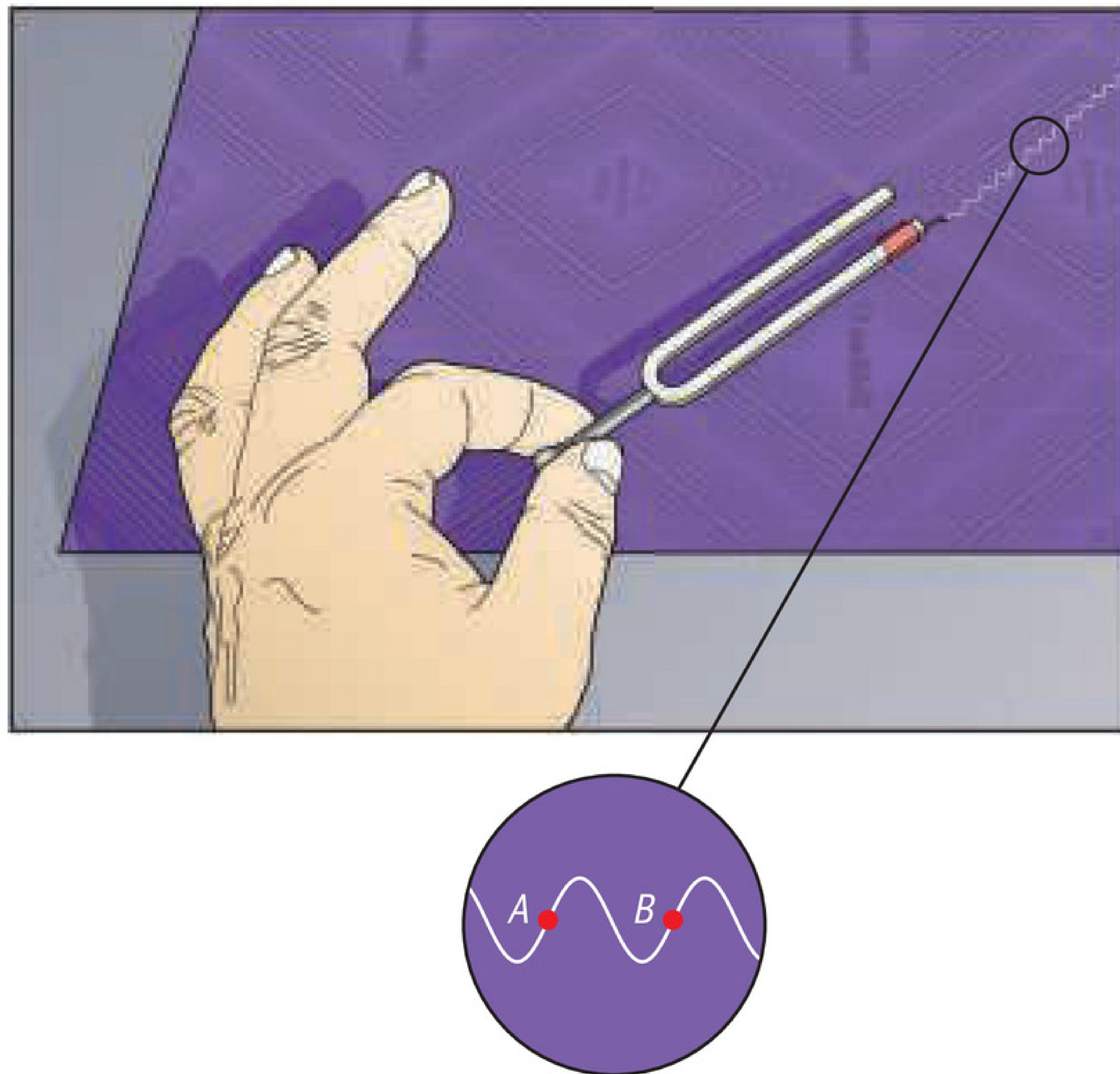
afbeelding 1 Lange snaren geven lage tonen, korte snaren geven hoge tonen.

FREQUENTIE

PROEF 5

Als je een **stemvork** aanslaat, beginnen de benen van de stemvork te trillen. Ze bewegen elke seconde steeds even vaak heen en weer.

Je kunt deze beweging onderzoeken met een stemvork waaraan een haakje bevestigd is. Sla de stemvork aan en trek het haakje over een carbonpapiertje. Je ziet dan een spoor van trillingen ontstaan (afbeelding 2). Tussen A en B heeft het haakje precies één volledige trilling uitgevoerd.



afbeelding 2 Zo kun je de trilling van een stemvork zichtbaar maken.

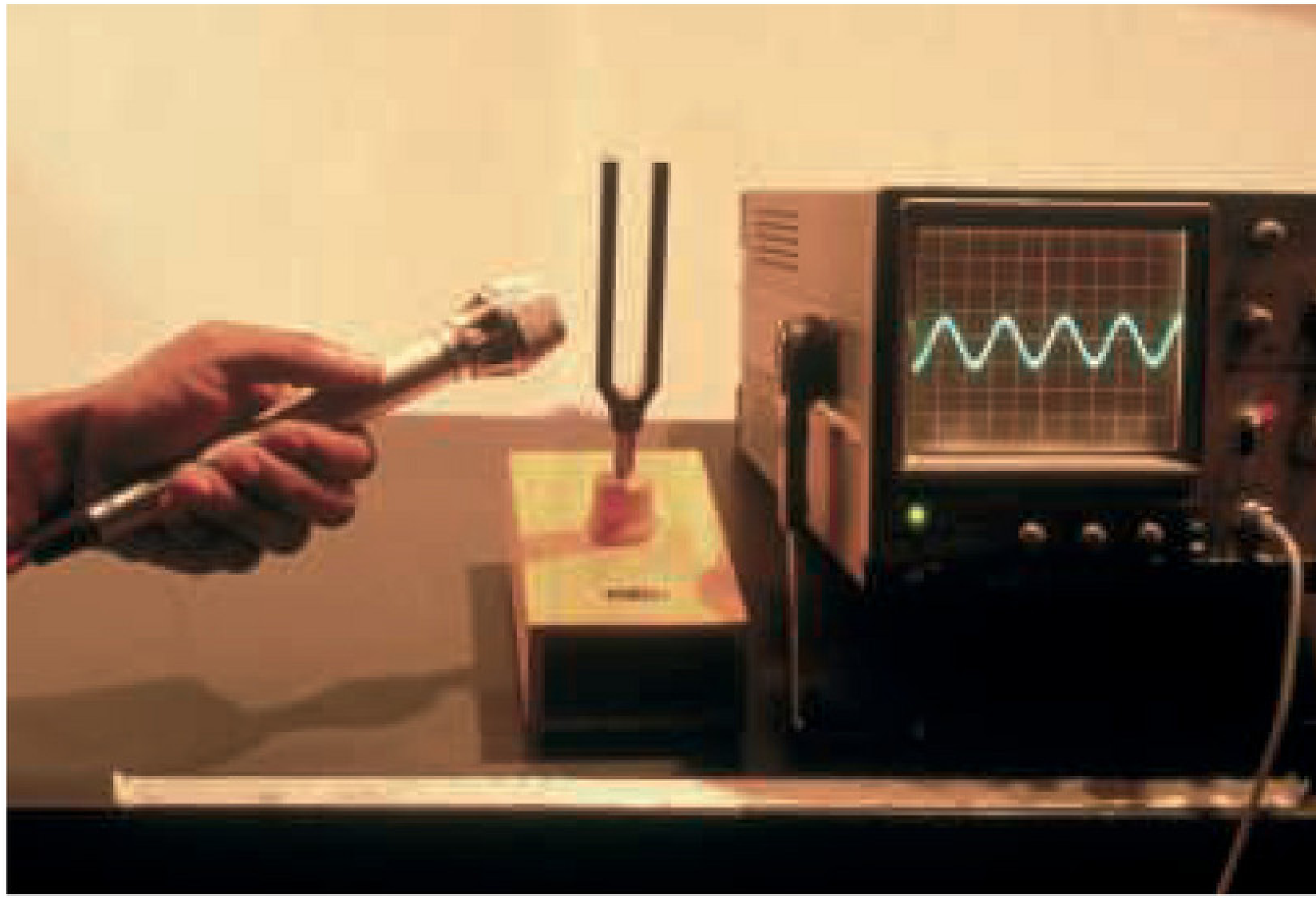
Een snaarinstrument moet worden gestemd. De snaren krijgen dan de juiste spanning, zodat ze precies de goede toon geven. Om die toon te bepalen wordt vaak een stemvork gebruikt.

Het aantal trillingen per seconde noem je de **frequentie** van de trilling. De frequentie meet je in hertz (Hz). Als de frequentie 128 Hz is, bewegen de benen van de stemvork 128 keer per seconde heen en weer. Hoe hoger de frequentie, des te hoger is de toon die je hoort. Een stemvork van 440 Hz geeft een hogere toon dan een stemvork van 128 Hz.

Als de frequentie toeneemt, klinkt een geluid hoger. Zo heeft een hoog klinkende piccolo een heel hoge frequentie met duizenden trillingen per seconde. Het geluid van een tuba klinkt juist heel laag en heeft ook een heel lage frequentie.

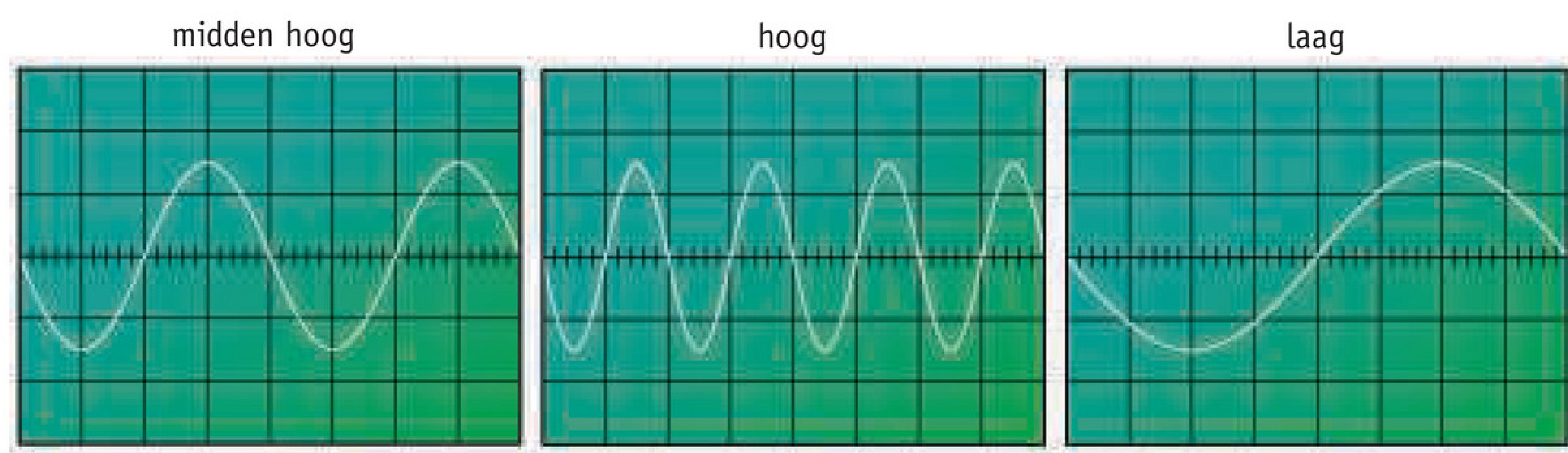
DE OSCILLOSCOOP

Met de opstelling van afbeelding 3 kun je geluidstrillingen onderzoeken. De **microfoon** ‘vertaalt’ de geluidstrillingen in elektrische trillingen. De **oscilloscoop** geeft deze trillingen vervolgens op het scherm weer.



afbeelding 3 Het spoor van trillingen van een stemvork op een oscilloscoop.

In afbeelding 4 zie je hoe een oscilloscoop drie verschillende tonen afbeeldt. De oscilloscoop is zo afgesteld, dat je steeds het aantal trillingen in 0,01 s te zien krijgt. De toon op het middelste scherm heeft de meeste trillingen. Dat betekent dat die toon ook de meeste trillingen per seconde heeft, en dus de hoogste frequentie.

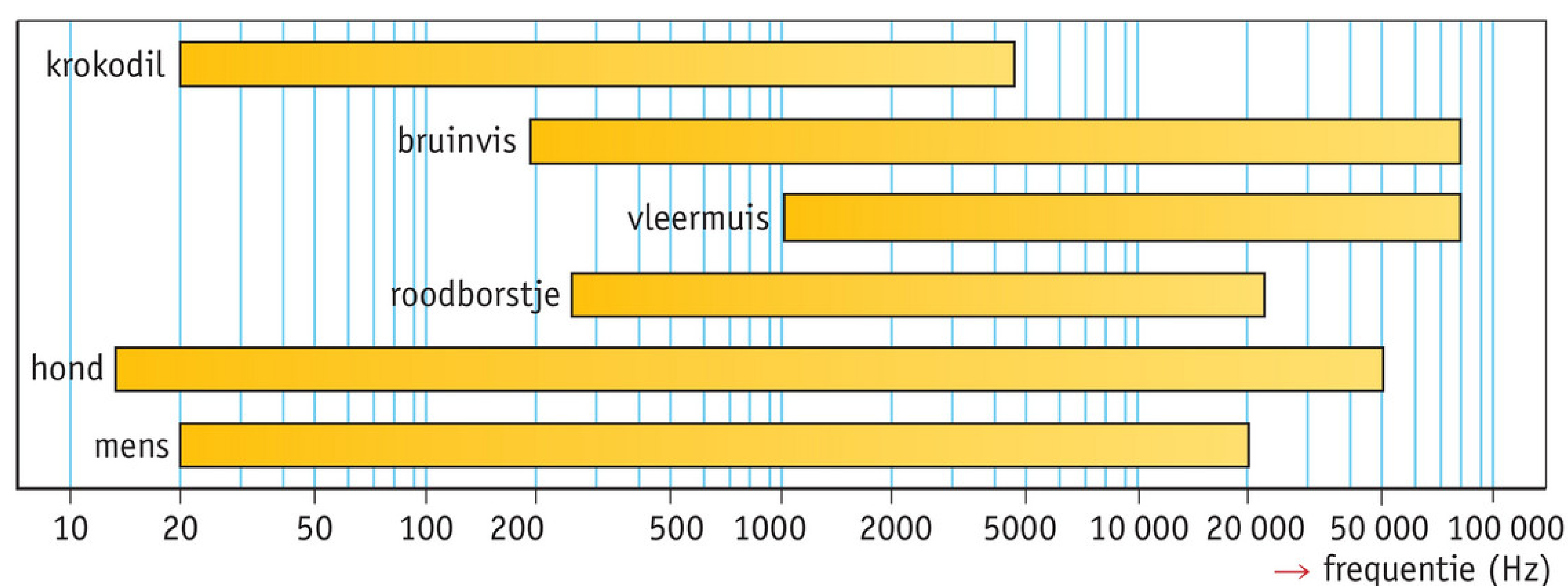


afbeelding 4 Drie verschillende tonen. De breedte van het scherm is steeds 0,01 s.

HET FREQUENTIEBEREIK VAN JE GEHOOR

Geluid met een heel hoge of een heel lage frequentie kun je niet horen. Jonge mensen kunnen meestal tonen tussen 20 en 20 000 Hz horen. Je zegt dat deze tonen binnen het **frequentiebereik** van je gehoor liggen (afbeelding 5). Dieren hebben vaak een ander frequentiebereik. Honden horen bijvoorbeeld hogere tonen dan mensen.

Als je ouder wordt, verandert het frequentiebereik van je gehoor. Vooral hoge tonen kun je dan minder goed horen.



afbeelding 5 Het frequentiebereik van het gehoor van de mens en enkele dieren.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS FREQUENTIE BEREKENEN

Op een oscilloscoop kun je de trillingstijd van een toon aflezen. Als je de trillingstijd van de toon kent, kun je de frequentie berekenen.

Als de trillingstijd 0,1 s is, gaan er 10 trillingen in 1 s. De frequentie is dan 10 Hz. Als de trillingstijd 0,01 s is, gaan er 100 trillingen in 1 s. De frequentie is dan 100 Hz.

Je kunt de frequentie uitrekenen met de formule:

$$\text{frequentie} = \frac{1}{\text{trillingstijd}}$$

VOORBEELDOPDRACHT 1

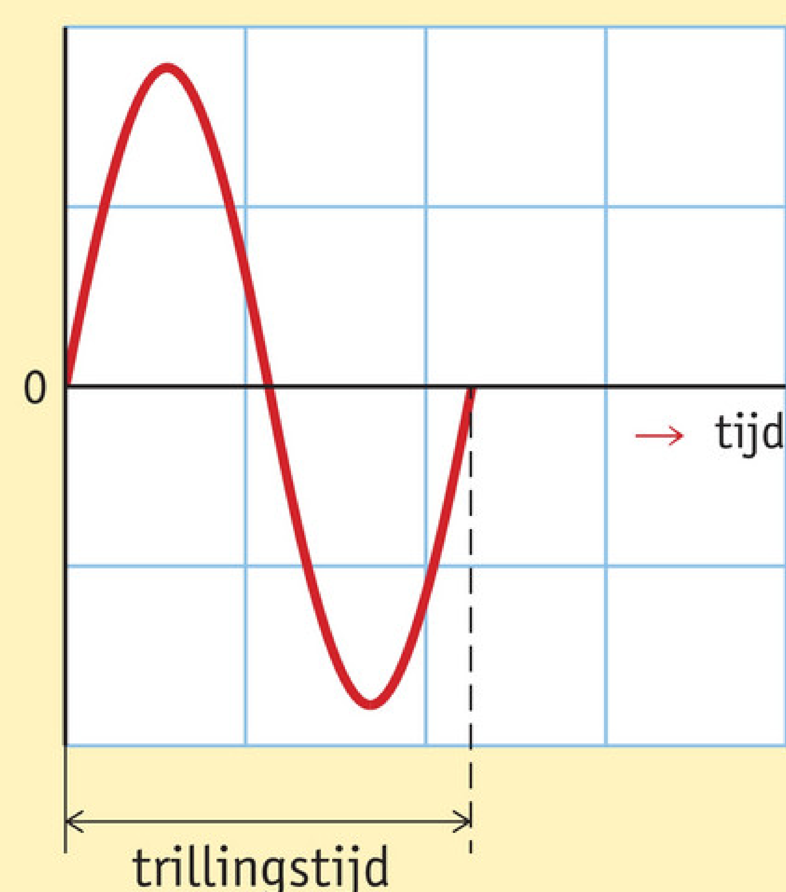
Bereken de frequentie van de stemvork in afbeelding 6. Ieder hokje komt overeen met 0,001 s.

gegevens trillingstijd = 2,25 × 0,001 = 0,002 25 s

gevraagd frequentie = ?

uitwerking $\text{frequentie} = \frac{1}{\text{trillingstijd}}$

$= \frac{1}{0{,}002\ 25} = 444\ \text{Hz}$



afbeelding 6 De trillingstijd van de stemvork.

LEERSTOF

1 Welke bewering over de toonhoogte van een snaar is goed?
- ○ A Hoe dikker een snaar, hoe hoger de toon.
- ○ B Hoe langer een snaar, hoe hoger de toon.
- ○ C Hoe strakker een snaar, hoe hoger de toon.

2 Bij een frequentie van 128 Hz zijn er:
- ○ A 128 trillingen per seconde.
- ○ B 256 trillingen per seconde.
- ○ C 512 trillingen per seconde.

3 Welke bewering is waar?
- ○ A Honden kunnen tonen horen die hoger zijn dan 20 000 Hz.
- ○ B Mensen kunnen alle tonen horen die honden kunnen horen.
- ○ C Oude mensen horen hoge tonen beter dan jonge mensen.
- ○ D Oude mensen horen lage tonen beter dan jonge mensen.

4 Vul in.

a De frequentie van een toon is het aantal .... per ....

b De frequentie wordt gemeten in .... Dat kort je af als ....

c Het frequentiebereik van jonge mensen loopt van .... tot ....

5 Een trillende snaar geeft een bepaalde toon.
Van welke drie dingen hangt de hoogte van de toon af?

1 ....

2 ....

3 ....

TOEPASSING

6 Een harp heeft een groot aantal snaren (afbeelding 7).

a Met welke snaar kun je de hoogste tonen maken? Leg je antwoord uit.

....

b Met welke snaar kun je de laagste tonen maken? Leg je antwoord uit.

....



afbeelding 7 Spelen op een harp.

7 Een gitarist kan snaren strakker en losser draaien.
Wat moet een gitarist doen:

a met een snaar die te hoog klinkt? Leg je antwoord uit.

....

....

b met een snaar die te laag klinkt? Leg je antwoord uit.

....

....

★ 8 Als je over een flesje water blaast, hoor je een toon.
Hans heeft twee flesjes: een vol flesje en een leeg flesje.

a Welk flesje geeft de hoogste toon? Leg uit waarom.

....

....

b Wat gebeurt er met de toon van het lege flesje als je er water in giet? Leg uit waarom.

....

....

9 Een pianostemmer begint altijd met het stemmen van één bepaalde snaar.
Deze snaar hoort een toon te geven van 440 Hz. Als de snaar juist gestemd is, zijn er op een oscilloscoop precies vier trillingen te zien.

a De pianostemmer ziet iets meer dan vier trillingen op het scherm van de oscilloscoop. Leg uit wat hij met de snaar moet doen.

....

....

b Bij het stemmen van een andere snaar zijn er op de oscilloscoop zes trillingen te zien. Met welke frequentie trilt deze snaar?

....

....

....

....

....

10 Een basgitaar lijkt veel op een gewone gitaar. Toch kun je met een basgitaar veel lagere tonen maken.

a Hoe komt dat? Noteer twee redenen.

1 ....

2 ....

b Op twee even grote basgitaren zijn twee snaren gespannen. De ene snaar klinkt lager dan de andere. Leg uit hoe dat mogelijk is. Noteer twee redenen.
De snaar die lager klinkt, kan:

1 ....

2 ....

11 Het gezoem van een mug klinkt veel hoger dan het gezoem van een bij.
Bij welk van deze twee insecten bewegen de vleugels per seconde het vaakst op en neer? Leg uit.

....

....

....

12 In afbeelding 8 zie je drie oscilloscoopbeelden.
Vul de ontbrekende getallen in. Bepaal zo de frequentie van iedere trilling.

a In afbeelding 8a zijn er .... trillingen in .... s.

In 1 s gaan .... keer zoveel trillingen als in .... s.

De frequentie is dus .... × .... = ... Hz.

b In afbeelding 8b zijn er .... trillingen in .... s.

In 1 s gaan .... keer zoveel trillingen als in .... s.

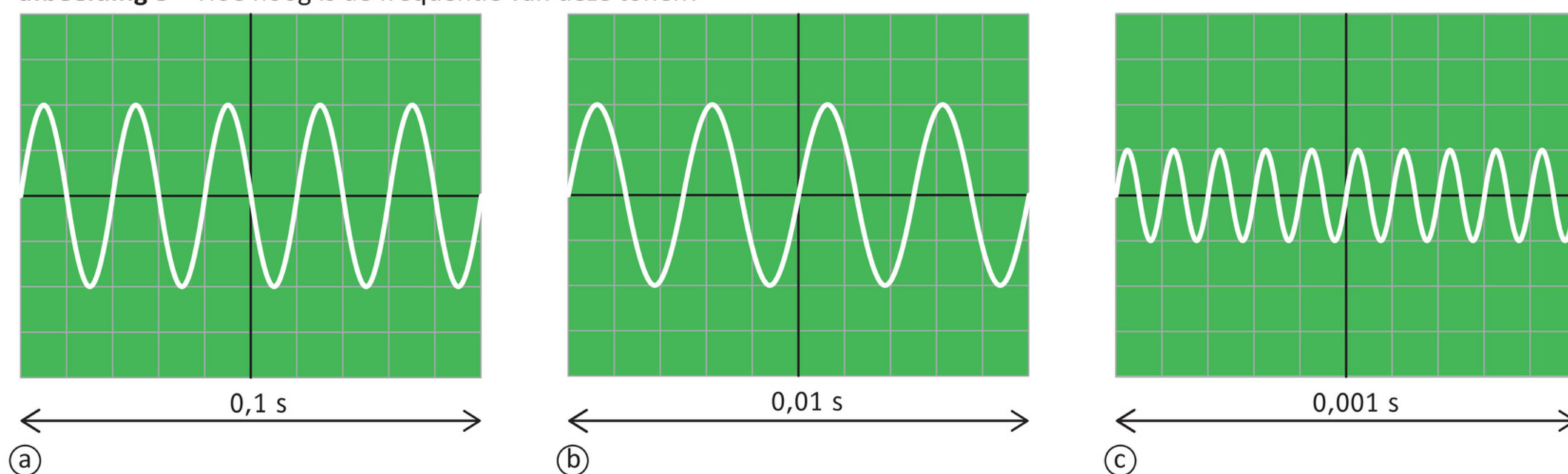
De frequentie is dus .... × .... = ... Hz.

c In afbeelding 8c zijn er .... trillingen in .... s.

In 1 s gaan .... keer zoveel trillingen als in .... s.

De frequentie is dus .... × .... = ... Hz.

afbeelding 8 Hoe hoog is de frequentie van deze tonen?



13 Dieren hebben een ander frequentiebereik dan mensen (afbeelding 5).

a Welk dier in afbeelding 5 kan de hoogste tonen horen?

....

....

b Welk dier kan de laagste tonen horen?

....

....

c Een hondenfluitje maakt een hoog geluid dat een hond wel, maar een mens niet kan horen.
Hoe groot kan de frequentie van zo'n fluitje zijn?

....

....

....

d Zijn er ook tonen die een mens wel kan horen en een hond niet?

....

14 In afbeelding 9 zie je drie oscilloscoopbeelden. Er zijn drie verschillende tonen afgebeeld.

a Welke toon is het hoogst? Waaraan zie je dat?

....

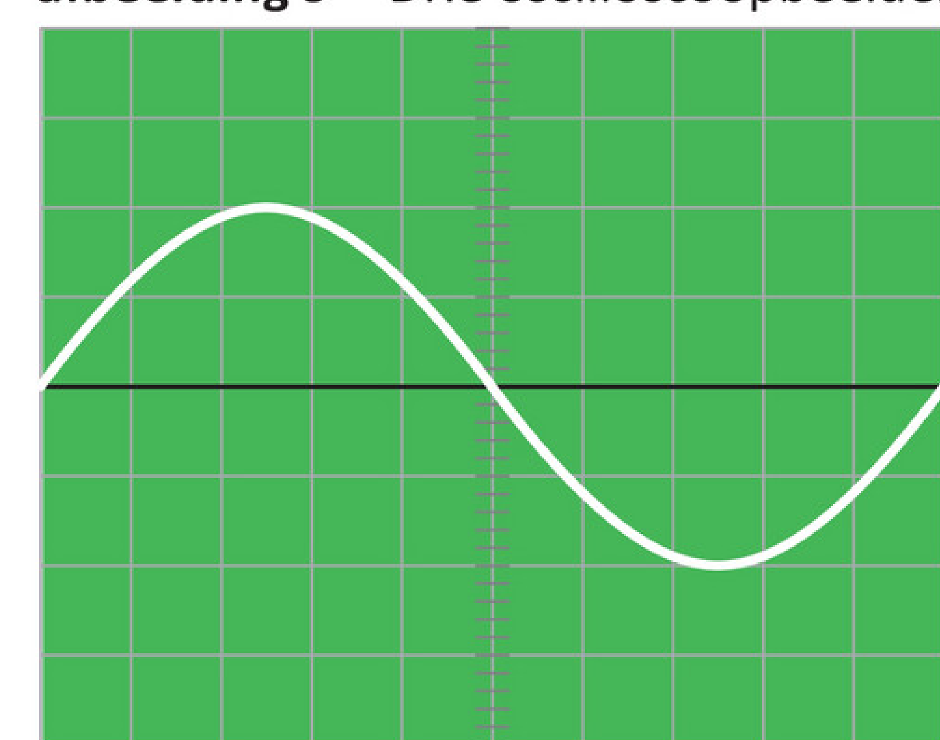
....

b Welke toon is het laagst? Waaraan zie je dat?

....

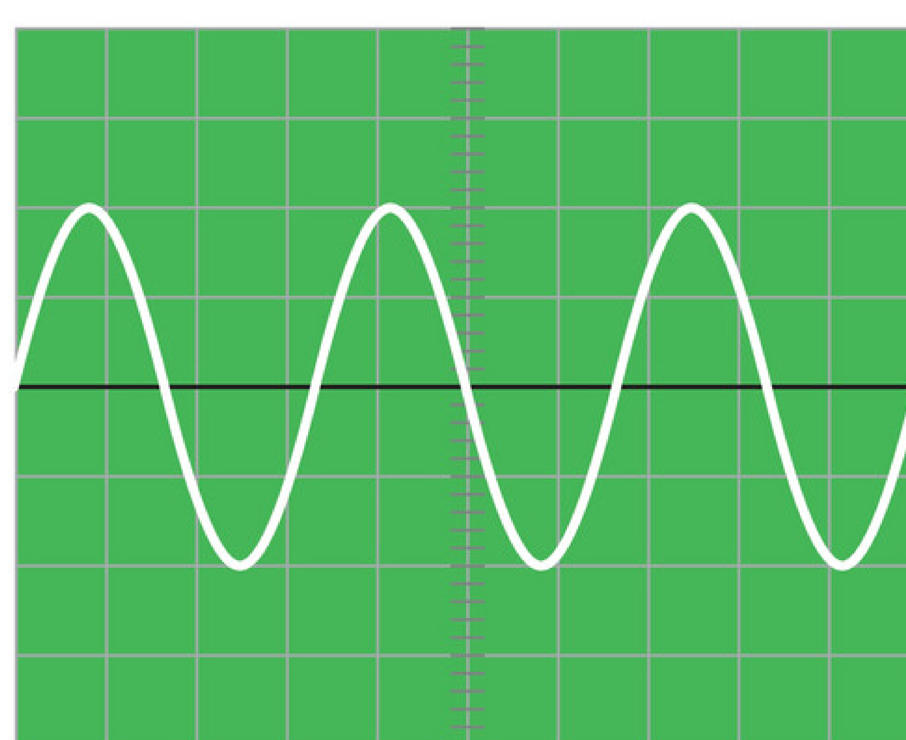
....

afbeelding 9 Drie oscilloscoopbeelden.



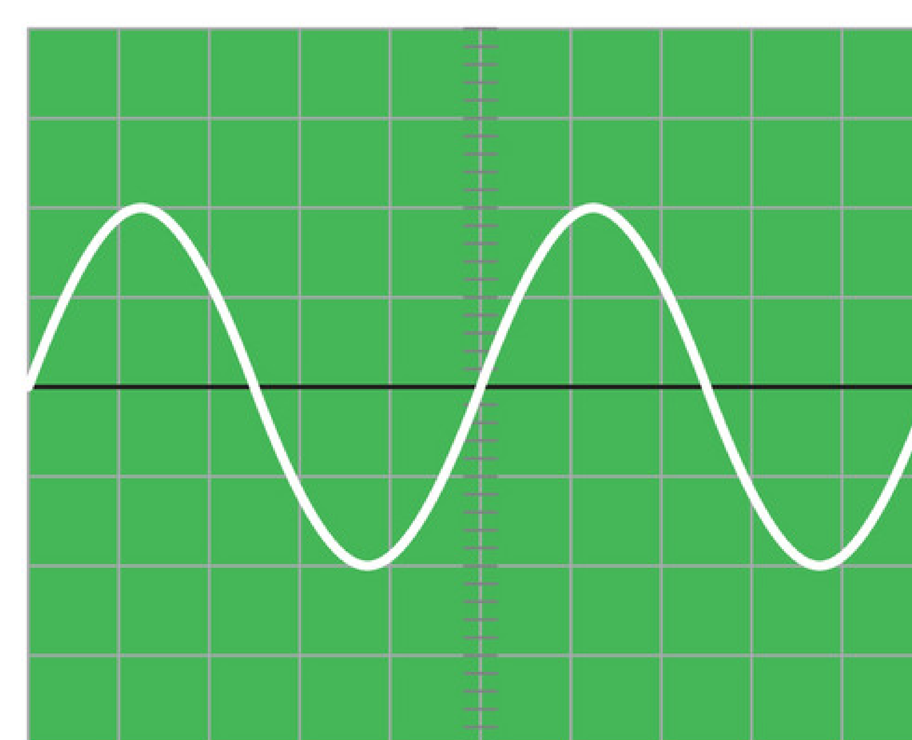
0,01 s

ⓐ



0,01 s

ⓑ



0,01 s

ⓒ

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS FREQUENTIE BEREKENEN

15 Op een oscilloscoop worden achtereenvolgens drie tonen afgebeeld: a, b en c (afbeelding 10). Onder elk scherm staat hoeveel seconde één hokje voorstelt.

Zie de Vaardigheid *Werken met een oscilloscoop*.

a Zie afbeelding 10a. Vul in.

Elk vakje op het scherm staat voor .... s.

Eén volledige trilling is .... vakjes breed.

De trillingstijd is dus .... × .... s = ... s.

b Bepaal op dezelfde manier de trillingstijd van de tonen b en c.

....

....

....

....

....

....

....

....

c Bereken de frequenties van de tonen a, b en c.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

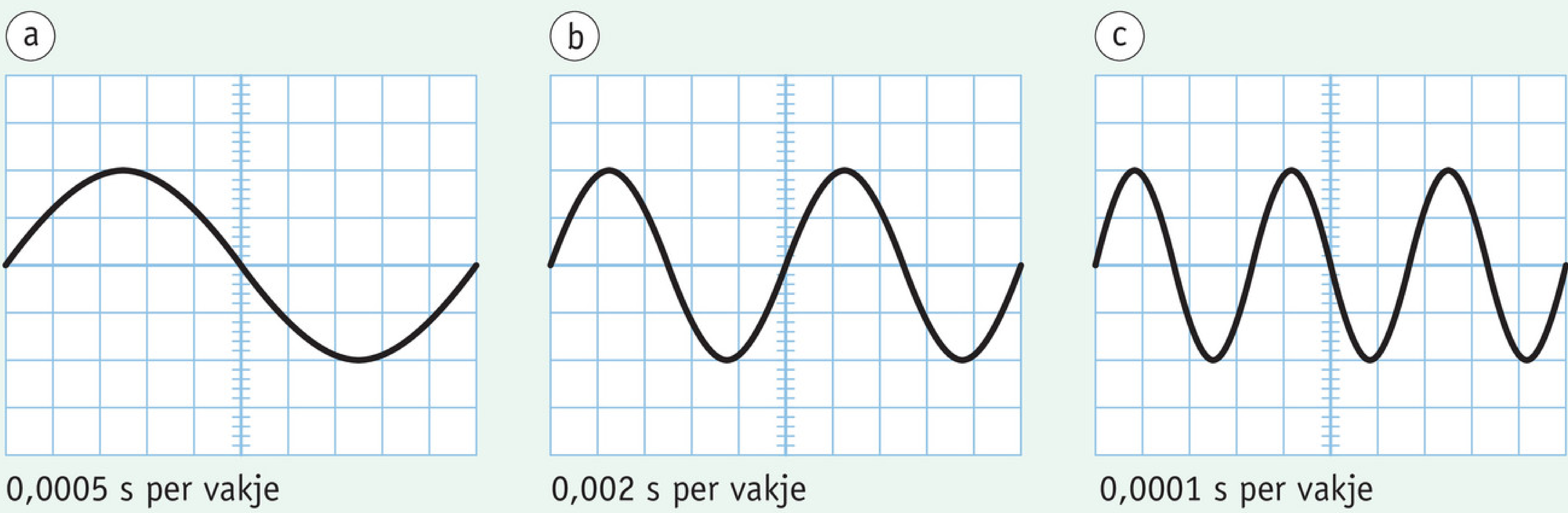
....

....

....

d Welk oscilloscoopbeeld laat een hoge pieptoon zien? *a / b / c*

e Welk oscilloscoopbeeld laat een lage bromtoon zien? *a / b / c*



afbeelding 10 Drie verschillende tonen op een oscilloscoopscherm.

★ 16

Een mug klappert tijdens het vliegen met zijn vleugels. Het klapperen van de vleugels veroorzaakt een zoemtoon. Met behulp van een highspeed camera heeft Roelie gemeten dat in 0,024 s de vleugels tien keer op en neer gaan.

a Bereken de frequentie van de zoemtoon. Rond af op een geheel getal.

....

....

....

....

b Waarom meet Roelie tien vleugelslagen in plaats van één vleugelslag?

....

....

....

....

....

3 Geluidssterkte

LEERDOELEN

8.3.1 Je kunt uitleggen wat het verband is tussen de amplitude van een trilling en de geluidssterkte.
8.3.2 Je kunt beschrijven hoe je geluidssterkte meet.
8.3.3 Je kunt uitleggen wat de gehoordrempel en de pijngrens zijn.
PLUS 8.3.4 Je kunt uitleggen dat je gehoor niet voor alle frequenties even gevoelig is.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	8.3.1	8.3.2	8.3.3	8.3.4	8.2.3*
Onthouden	4a	2, 4b, 5ab	3, 4cd, 5c	14	
Begrijpen	1, 7b, 8ab	10abc	6	13	7a
Toepassen	8c, 9a		11a, 12	15abcd	9b
Analyseren			11b		

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Heel harde geluiden hoor je niet alleen, je voelt ze soms ook. Het geluid in een disco of bij een popconcert staat soms zo hard dat vooral de lage tonen doordreunen tot in je maag.

DE AMPLITUDE VAN EEN TRILLING

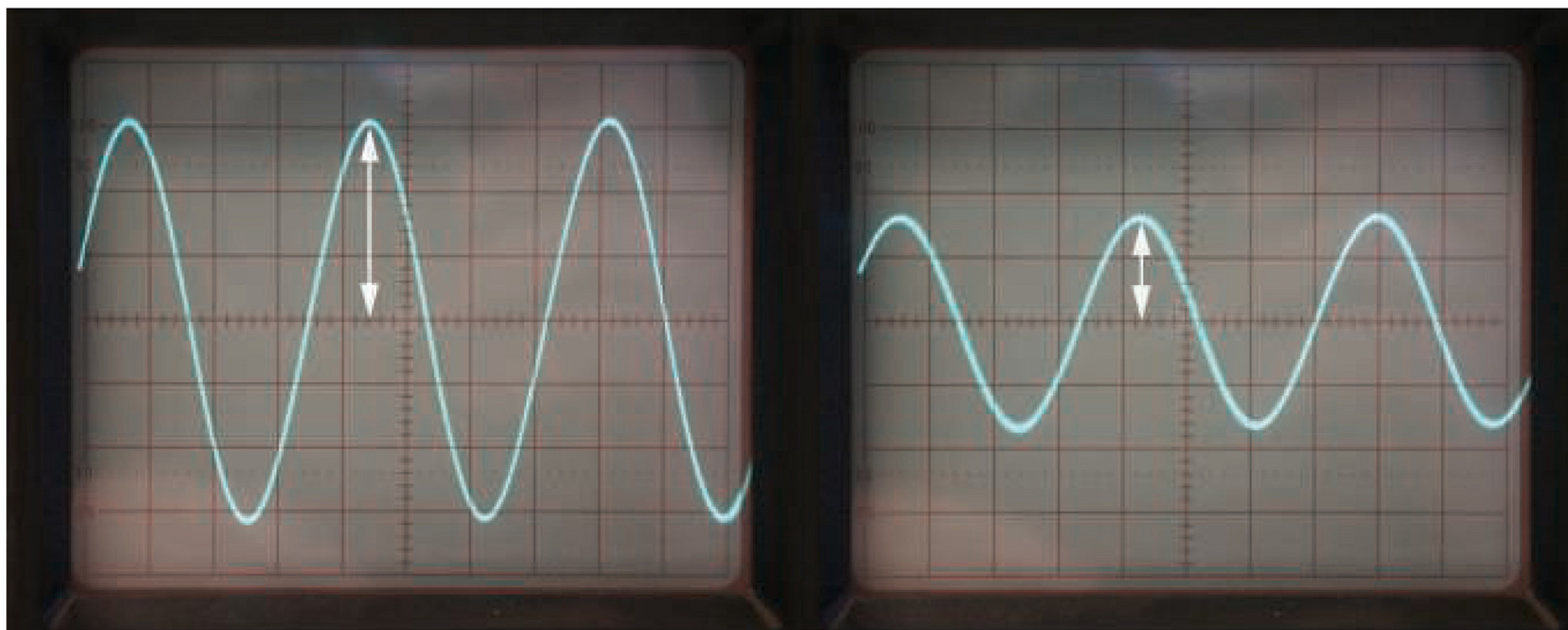
De *Amen break* is een *sample* (een kort muziekfragment) die in veel hiphop gebruikt wordt. De sample duurt iets meer dan vijf seconden waarbij harde en minder harde slagen op de drum elkaar afwisselen. In afbeelding 1 zie je hoe een computer deze sample weergeeft. De **geluidssterkte** geeft aan hoe hard het geluid is dat wordt geproduceerd door de geluidsbron.



afbeelding 1 De *Amen break*.

Als een basluidspreker het geluid van een bassdrum laat horen, kun je de conus zien trillen. Die trilling wordt heviger als je het geluid harder zet. De drukverschillen in de omringende lucht worden dan ook groter. Daardoor klinkt het geluid harder.
Je kunt die drukverschillen onderzoeken met een oscilloscoop. Bekijk in afbeelding 2 de afstand tussen het midden van de trillingen en hun uiterste stand. Dat noem je de **amplitude** van de trillingen: de afstand tussen het midden en de uiterste stand.

De geluidssterkte wordt bepaald door de amplitude. Hoe harder een geluid, hoe groter de amplitude. Als het geluid wegsterft, dan wordt de amplitude nul.



afbeelding 2 Hoe groter de amplitude, hoe harder het geluid.

DE DECIBELSCHAAL

De sterkte van geluid kun je meten in **decibel**. Dit kort je af als dB. Het apparaat waarmee je de geluidssterkte meet, wordt een **decibelmeter** genoemd (afbeelding 3). Er zijn ook apps voor je telefoon waarmee je bijvoorbeeld op een muziekfestival het aantal decibel kunt meten.



afbeelding 3 Een decibelmeter.

De geluidssterkte wordt meestal aangegeven in **decibel(A)**. Dit kort je af als dB(A). De (A) geeft aan dat er bij de meting rekening is gehouden met het menselijk gehoor. Hoge en lage tonen hoor je namelijk minder goed en daar houdt de dB(A)-schaal rekening mee.

Een elektrische scooter maakt veel minder herrie dan een scooter die op benzine rijdt. Met een decibelmeter kun je nagaan of een scooter met een verbrandingsmotor niet te veel lawaai maakt (afbeelding 4). De geluidssterkte moet daarbij op een vaste afstand van de uitlaat gemeten worden. Dat is nodig omdat de geluidssterkte afhangt van de afstand tot de geluidsbron: op twintig centimeter van de uitlaat meet je een grotere geluidssterkte dan op tachtig centimeter.

In tabel 1 zie je hoe groot de geluidssterkte in verschillende situaties is. Een geluidssterkte van 0 dB(A) betekent niet dat er geen geluid is. Het geluid is echter zo zwak, dat je het niet (of nauwelijks) kunt horen.

tabel 1 De geluidssterkte in verschillende situaties.

situatie	geluidssterkte dB(A)
gehoordrempel	0
ademen	10
horloge	20
bladgeruis	30
fluisteren	40
woonstraat overdag	50
een klas aan het werk	60
stofzuiger op 1 m	70
drukke verkeersweg	80
passerende trein op 25 m	90
discotheek	100
drilboor	110
toeterende auto op 2 m	120
popconcert (heavy metal)	130
pijngrens	140



afbeelding 4 De politie controleert de geluidssterkte.

GEHOORDREMPEL EN PIJNGRENS

Bij geluidssterkte heb je te maken met twee grenzen. De **gehoordrempel** is de geluidssterkte waarbij je het geluid net begint te horen. De **pijngrens** is de geluidssterkte waarbij je oren pijn beginnen te doen. Boven de pijngrens hoor je wel geluid, maar dit is zo hard, dat het zeer doet aan je oren.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

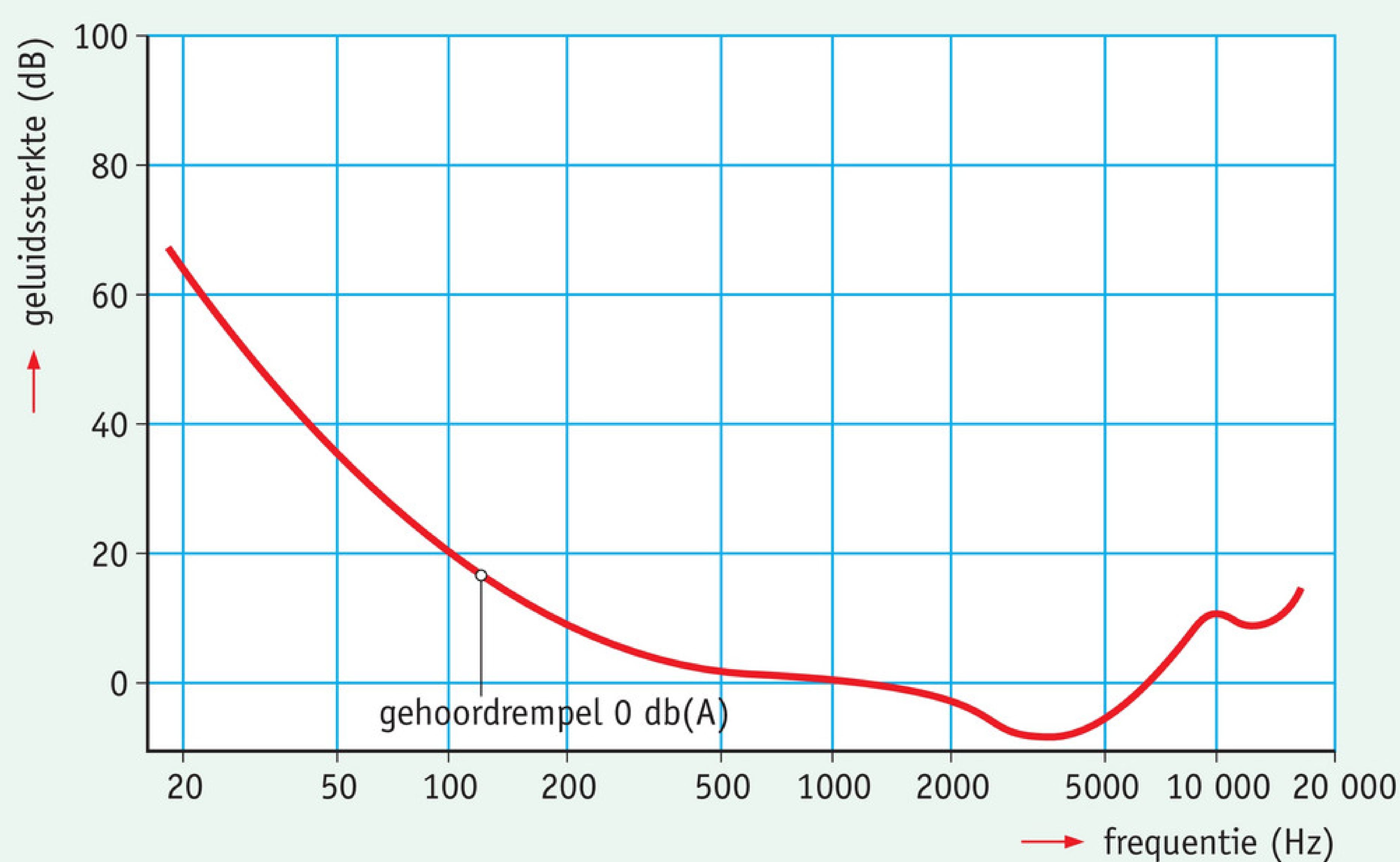
PLUS DE DB(A)-SCHAAL EN DE DB-SCHAAL

Lage en hoge tonen hoor je minder goed dan de tonen ertussenin. Dat kun je zien in afbeelding 5: de gehoordrempel is het laagst tussen 500 en 7000 Hz. Een geluidssterkte van circa 0 dB is dan al genoeg om de toon te kunnen horen.

Vooral bij lage tonen ligt de gehoordrempel veel hoger. Je hoort een toon van 50 Hz pas als de geluidssterkte 38 dB is. Voor een toon van 20 Hz ligt de geluidsdrempel zelfs boven de 60 dB. Deze tonen lijken dus veel minder sterk dan ze in werkelijkheid zijn.

Om daar rekening mee te houden, hebben veel decibelmeters een A-filter. Dit filter maakt de meter minder gevoelig voor lage en erg hoge frequenties. De meter kan zo de geluidssterkte meten die mensen gevoelsmatig waarnemen.

Bij tonen van 500 tot 10 000 Hz verschillen de dB(A)-schaal en de dB-schaal niet van elkaar. Maar bij lage en heel hoge tonen is de geluidssterkte in dB(A) kleiner dan de geluidssterkte in dB.



afbeelding 5 Je gehoor is niet voor alle frequenties even gevoelig.

LEERSTOF

1 Hoe heviger de benen van een stemvork trillen, hoe:
- ○ A harder het geluid is.
- ○ B hoger het geluid is.
- ○ C lager het geluid is.
- ○ D zachter het geluid is.

2 Met een decibelmeter meet je:
- ○ A alleen de hoogte van het geluid.
- ○ B alleen de sterkte van het geluid.
- ○ C de hoogte en de sterkte van het geluid.

3 Welke opmerking over de gehoordrempel is goed?
- ○ A Alleen beneden de gehoordrempel kun je een geluid horen.
- ○ B Beneden de gehoordrempel hoor je geluiden zachter dan erboven.
- ○ C Beneden de gehoordrempel kun je een geluid niet horen.
- ○ D Boven de gehoordrempel doen geluiden zeer aan je oren.

4 Vul in.

a Aan de amplitude kun je zien hoe .... een toon is.

b De geluidssterkte wordt gemeten in .... Dat kort je af met ....

c De gehoordrempel is de .... waarbij je het geluid .... begint te horen.

d De pijngrens is de .... waarbij het geluid .... begint te doen aan je oren.

5 De geluidssterkte wordt gemeten in dB(A).

a Wat geeft de (A) aan die achter de dB is gezet?

....

b Met welk apparaat kun je de geluidssterkte meten?

....

c Wat is er aan de hand als de geluidssterkte 0 dB(A) is?
- ○ A Dit geluid kan niet worden waargenomen met een decibelmeter.
- ○ B Er is dan geen geluid.
- ○ C Geen enkel mens kan dit geluid nog horen.
- ○ D Het geluid is zo zwak, dat je het niet of nauwelijks kunt horen.

TOEPASSING

6 In geluidsinstallaties wordt vaak een subwoofer gebruikt. Dat is een luidspreker speciaal voor de lage tonen.
De geluidssterkte van een subwoofer is vaak veel groter dan die van de andere luidsprekers.
Leg uit waarom.

....

....

....

7 Op een test-cd staat een fluittoon die steeds harder wordt. De hoogte van de toon verandert niet.
Niels luistert naar de fluittoon.

a Verandert de frequentie van de geluidstrillingen? Leg je antwoord uit.

....

....

b Leg uit of de amplitude van de geluidstrillingen verandert.

....

....

8 Karin pakt een stemvork. Aan een van de benen van de stemvork zit een stift. Ze slaat de stemvork aan. Daarna trekt ze de stemvork met de stift over een glasplaat waar roet op zit. In afbeelding 6 zie je drie stukjes van het spoor van trillingen dat dan ontstaat.

a Van welk stukje spoor is de amplitude het grootst?
van *spoor a* / *spoor b* / *spoor c*

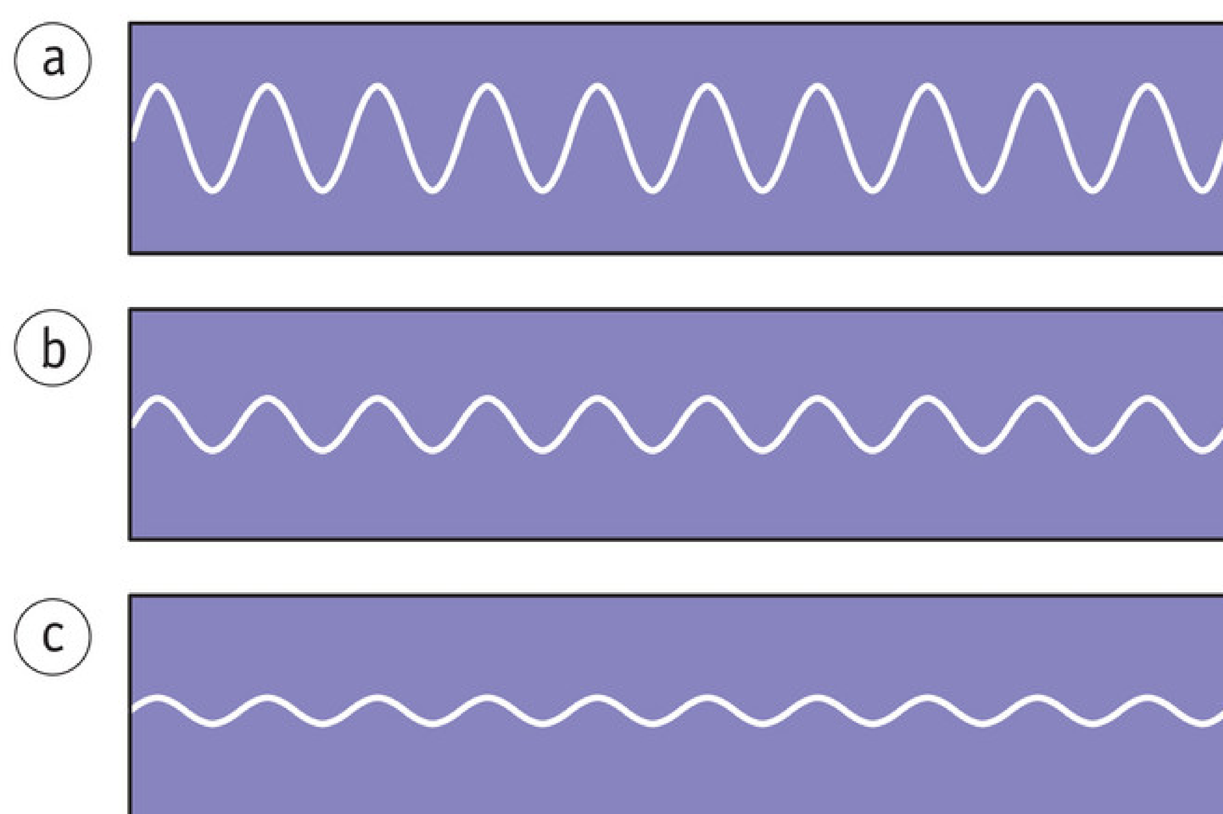
b Van welk stukje spoor is de amplitude het kleinst?
van *spoor a* / *spoor b* / *spoor c*

c Welk stukje spoor is het eerst ontstaan? Waaraan zie je dat?

....

....

....



afbeelding 6 Het spoor van trillingen van een stemvork.

9

Roelof slaat een stemvork aan.
In afbeelding 7 zie je hoe een oscilloscoop het geluid van de stemvork weergeeft na 5 s, na 15 s en na 45 s.

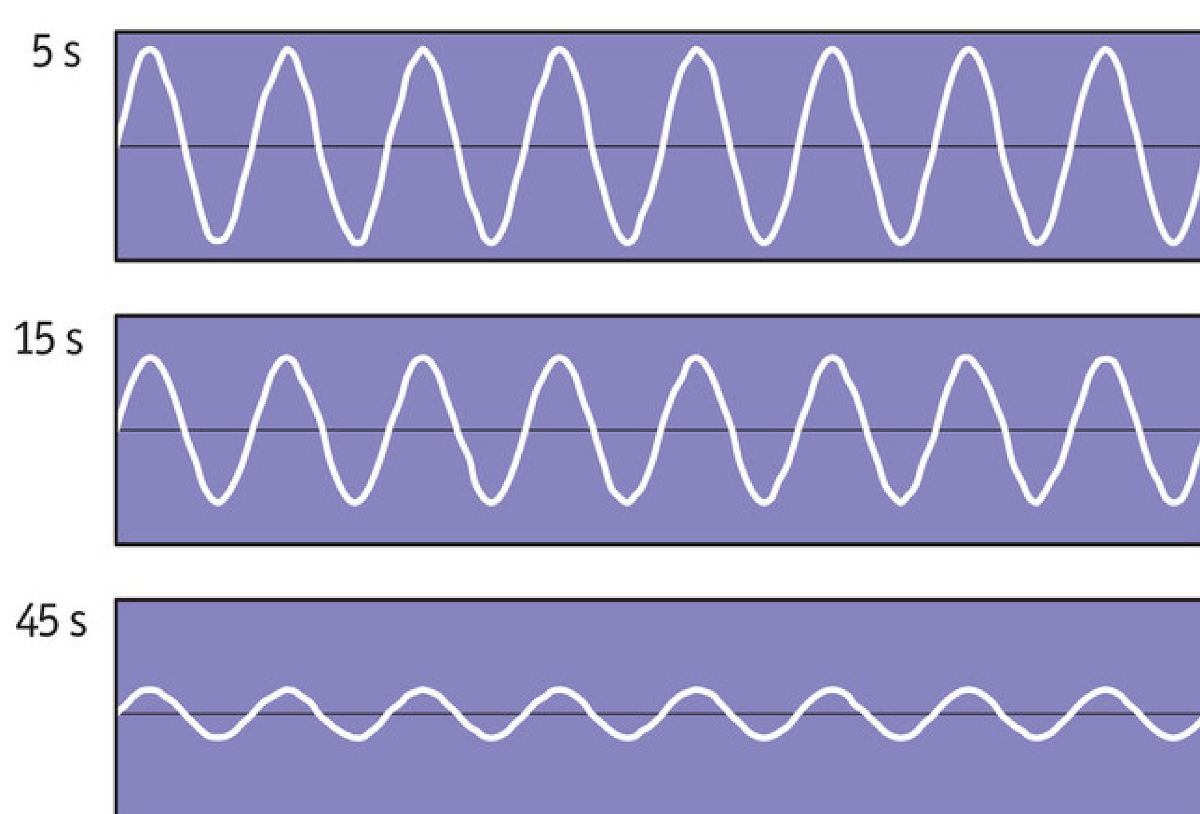
a Waaraan zie je dat de geluidssterkte afneemt?

....

b Waaraan zie je dat de toonhoogte gelijk blijft?

....

....



afbeelding 7 Zo geeft een oscilloscoop een uitdovende toon weer.

10

Een agent controleert of Iwans scooter niet te veel lawaai maakt. Volgens de instructies moet ze de decibelmeter op 50 cm afstand van de uitlaat houden.

a De agent meet een te hoge waarde voor de geluidssterkte als de afstand *groter* / *kleiner* is dan 50 cm.

b De agent meet een te lage waarde voor de geluidssterkte als de afstand *groter* / *kleiner* is dan 50 cm.

c Iwan zou ten onrechte een boete kunnen krijgen als de afstand *groter* / *kleiner* is dan 50 cm.

★ 11

Bij een gehoortest wordt gekeken hoe goed je geluiden van een bepaalde frequentie kunt horen.
In tabel 2 zie je de meetresultaten van drie personen.

tabel 2 De gehoordrempel van Barend, Bram en Niels.

frequentie (Hz)	gehoordrempel Barend in dB(A)	gehoordrempel Bram in dB(A)	gehoordrempel Niels in dB(A)
20	5	2	22
100	8	4	20
500	6	3	18
1000	5	2	10
2000	6	1	3
5000	10	0	2
10 000	15	2	4
15 000	17	3	5

a Een van deze drie personen heeft langdurig in een lawaaiige omgeving gewerkt. Hierdoor hoort hij de lage frequenties slecht. Leg uit welke persoon dit is.

....

....

b Een van deze drie personen is ouder dan de andere twee. Leg uit wie dat waarschijnlijk is.

....

....

....

....

★ 12

Met een stemvork wordt een geluid gemaakt van 500 Hz. De geluidssterkte is 8 dB(A).
Wie uit tabel 2 kan dit geluid horen?

....

....

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

PLUS DE DB(A)-SCHAAL EN DE DB-SCHAAL

13 Als een decibelmeter 0 dB(A) aangeeft:

○ A is er een heel lage toon.
○ B is er nog wel geluid.
○ C kan er geen enkel geluid meer zijn.
○ D kan er nog een heel zacht geluid zijn.

14 Lage en hoge tonen hoor je minder goed dan de tonen ertussenin.
De gehoordrempel (uitgedrukt in dB) is het laagst bij geluiden:

○ A tussen 0 en 500 Hz.
○ B tussen 500 en 7000 Hz.
○ C tussen 7000 en 15 000 Hz.
○ D boven de 15 000 Hz.

15 In afbeelding 5 zie je waar de gehoordrempel ligt bij een normaal menselijk gehoor.

a Een toon heeft een sterkte van 20 dB en een frequentie van 500 Hz.
Leg uit of je die toon kunt horen.

....

b Een toon heeft een sterkte van 20 dB en een frequentie van 50 Hz.
Leg uit of je die toon kunt horen.

....

c Hoe sterk moet een toon van 100 Hz minstens zijn om gehoord te kunnen worden?

....

....

....

d Hoe sterk moet een toon van 1000 Hz minstens zijn om gehoord te kunnen worden?

....

....

....

4 Geluidsoverlast verminderen

LEERDOELEN

8.4.1 Je kunt uitleggen vanaf welke frequenties je gehoor beschadigd kan raken als je er regelmatig of langdurig aan blootstaat.
8.4.2 Je kunt drie manieren benoemen om geluidsoverlast te verminderen.
8.4.3 Je kunt voorbeelden geven van maatregelen tegen geluidshinder bij de geluidsbron, tussen de geluidsbron en de ontvanger en bij de ontvanger.
8.4.4 Je kunt het verschil uitleggen tussen geluid absorberen en weerkaatsen.
8.4.5 Je kunt enkele manieren van geluidsisolatie benoemen.
PLUS 8.4.6 Je kunt uitleggen hoe een audiogram gemaakt wordt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	8.4.1	8.4.2	8.4.3	8.4.4	8.4.5	8.4.6
Onthouden	1, 5a	5b	2, 3, 4, 6	5d	5c	
Begrijpen		9	7a, 8ab	12abc, 13ab		14ab
Toepassen				7b	11ab	15a
Analyseren					10	15b

Geluid kan heel vervelend zijn. Denk aan het geluid van een druppelende kraan of van een vork die over een bord krast. Geluidsoverlast van de buren staat hoog in de top 10 van ergernissen in Nederland. Harde geluiden kunnen je gehoor ook nog eens blijvend beschadigen. Daarom worden veel maatregelen genomen om ongewenst geluid te bestrijden.

SCHADELIJK GELUID

Je gehoor loopt zeker schade op als de geluidssterkte groter is dan 140 dB(A) (afbeelding 1). Maar ook als je regelmatig of langdurig blootstaat aan geluid van meer dan 80 dB(A), kan je gehoor beschadigd raken.



afbeelding 1 Op een afstand van 250 m is de geluidssterkte van de straaljager groter dan 140 dB(A).

Als je een piep in je oor hoort, bijvoorbeeld na het luisteren naar harde muziek, is je gehoor beschadigd. Het moet dan herstellen. Gebeurt dit te vaak, dan loop je kans op blijvend gehoorletsel. Het kan jaren duren voordat blijvende schade merkbaar wordt. Op het moment dat je last krijgt van slechthorendheid, ben je al te laat. De schade kan dan nooit meer teruggedraaid worden. In Nederland hebben meer dan 500 000 jongeren tussen de 16 en 30 jaar blijvende gehoorschade.

Gehoorschade uit zich niet alleen in slechthorendheid. Sommige mensen horen voortdurend een geluid dat er niet is, bijvoorbeeld een hoge piep, rinkelend geluid of een bromtoon. Ze moeten leren om dat geluid te negeren.

HINDERLIJK GELUID

Geluid dat je gehoor niet beschadigt, kan nog wel hinderlijk zijn. De ene persoon ervaart bepaalde geluiden eerder als hinderlijk dan de andere. Verkeerslawaai en lawaai van buren vinden veel mensen hinderlijk. Ook pratende mensen in de stiltecoupé van de trein zijn hinderlijk (afbeelding 2).



afbeelding 2 Een stiltecoupé in de trein herken je aan de sticker op het raam.

Of je een geluid hinderlijk vindt, hangt vaak van de situatie af. Een feest bij de buren hoeft helemaal niet erg te zijn, totdat je gaat slapen en merkt dat de muziek toch behoorlijk hard staat. Als je niet oppast, doe je van ergernis geen oog meer dicht.

Door geluidsoverlast kunnen mensen ernstige slaapproblemen krijgen. Als je slaapgebrek hebt, kan dit prikkelbaarheid, concentratieverlies en oververmoeidheid veroorzaken. Daarom zijn in drukke gebieden extra maatregelen nodig om de geluidsoverlast tegen te gaan.

MAATREGELEN TEGEN GELUIDSHINDER

Auto’s en andere vervoermiddelen zorgen voor veel geluidshinder. Een vrachtwagen bijvoorbeeld maakt veel lawaai. Het geluid ontstaat door de ronkende motor, de lucht die langs de auto beweegt, de wielen op het wegdek en de remmen.

Tegen geluidshinder van het verkeer kun je op verschillende manieren iets doen. Je kunt maatregelen nemen bij de geluidsbron, tussen de geluidsbron en de ontvanger en bij de ontvanger.

Bij de geluidsbron

Dit zijn maatregelen waardoor de geluidsbron – het verkeer – minder geluid gaat produceren. Dat kan bijvoorbeeld door snelwegen te asfalteren met geluidsarm asfalt. Of door autobanden die minder lawaai maken. Hier zijn al regels voor.

Tussen de geluidsbron en de ontvanger
Dit zijn maatregelen tussen een weg en een woongebied, zoals **geluidswallen** en **geluidsschermen**. Ook worden langs snelwegen vaak grote bedrijfsgebouwen gebouwd. Die moeten het geluid tegenhouden voor een woonwijk die verderop ligt.

Bij de ontvanger
Dit zijn de maatregelen die in het woongebied genomen worden. Huizen die dicht bij een snelweg staan, worden bijvoorbeeld extra goed geïsoleerd. Er kan dan veel minder geluid de huizen binnenkomen.

GELUID ABSORBEREN OF TERUGKAATSEN

Een dikke wal van aarde langs een snelweg kan het verkeerslawaai dempen. Het geluid wordt door zo'n wal geabsorbeerd. Het dringt een eindje in de wal door, maar dooft daarin uit. Materiaal dat geluid moet **absorberen** is zacht en heeft een onregelmatig oppervlak.

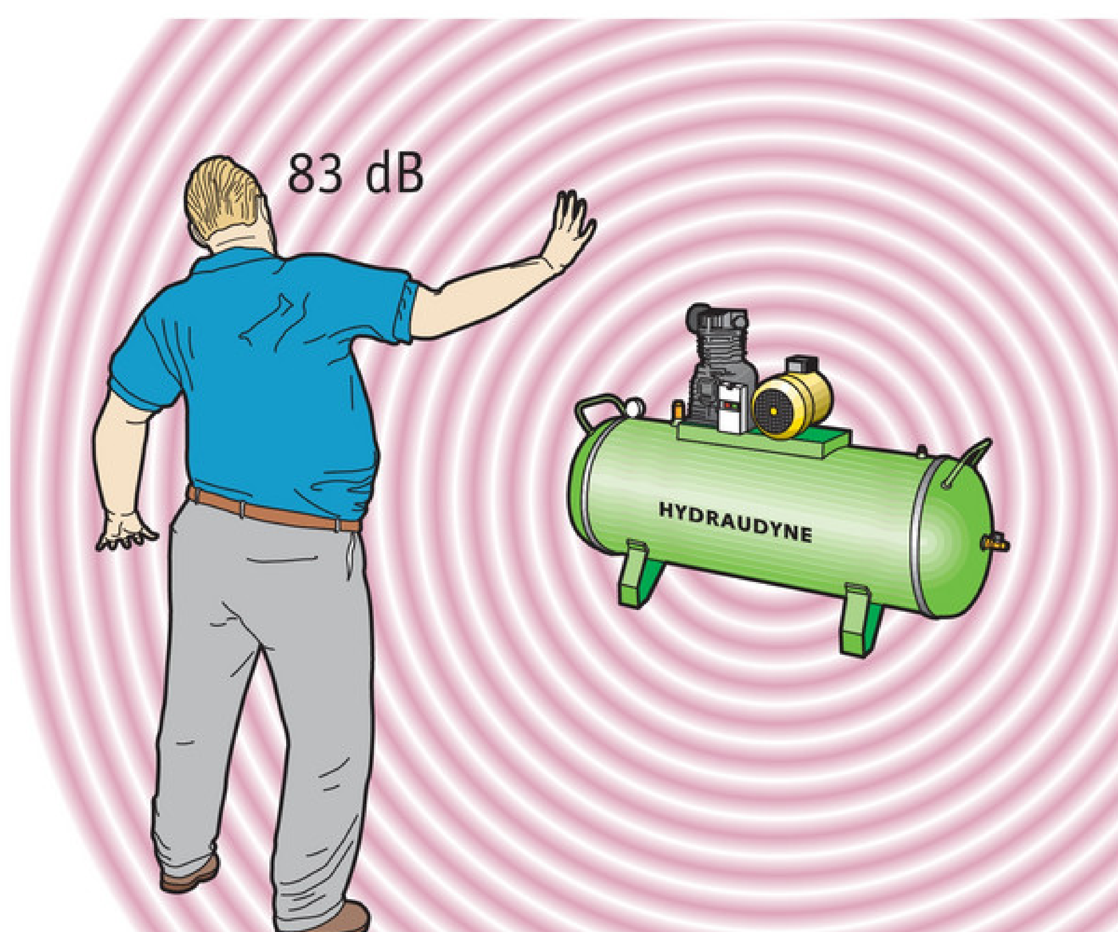
Soms is er niet voldoende ruimte voor een geluidswal. Dan wordt vaak een geluidsscherm langs de snelweg geplaatst. Een geluidsscherm zoals in afbeelding 3 kaatst het geluid terug naar de snelweg. Het geluid kan de huizen en flats langs de snelweg daardoor niet bereiken. Materiaal dat geluid moet **terugkaatsen** is hard en heeft een glad oppervlak.

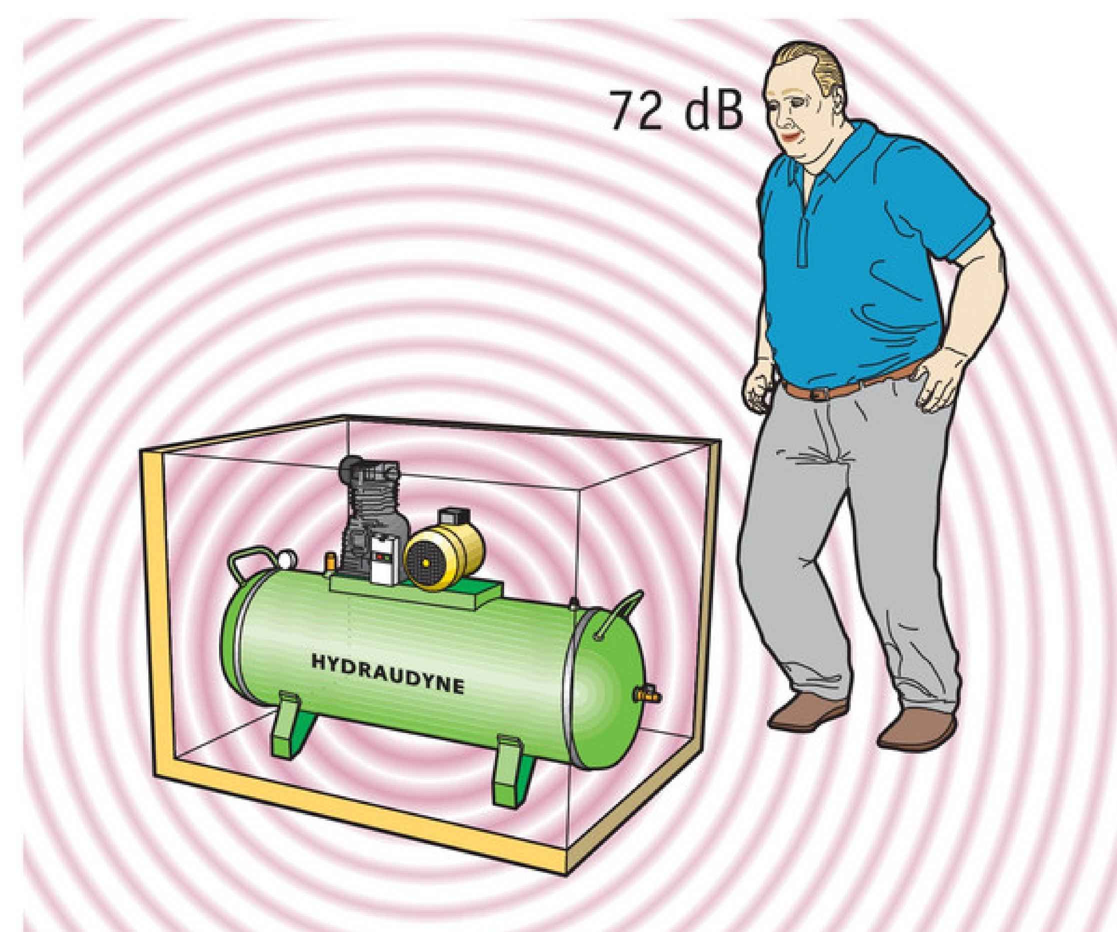


afbeelding 3 Een geluidsscherm langs de snelweg.

GELUIDSISOLATIE

Geluidshinder wordt vaak bestreden met **geluidsisolatie**. De isolatie kan aangebracht worden bij de bron van het geluid, zoals in afbeelding 4. De geluidstrillingen worden door de isolatie veel zwakker.





afbeelding 4 Een machine zonder en met geluidsisolatie.

Als een machine op een harde vloer staat, kan hij de vloer gemakkelijk in trilling brengen. De trillingen kunnen door de vloeren en muren alle kanten op bewegen. Dit kan veel geluidshinder veroorzaken. Je kunt de machine van de vloer isoleren door hem op rubberen noppen te zetten. Het rubber dempt de trillingen. De trillingen in de vloer worden daardoor veel zwakker.

Isolatie kan ook aangebracht worden bij de ontvanger. Werknemers die met lawaaiige machines werken, zijn verplicht **oorkappen** of **oordopjes** te dragen. Hierdoor wordt het geluid dat hun oren bereikt zwakker (afbeelding 5).



afbeelding 5 Oorkappen zijn hier verplicht.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

PLUS EEN AUDIOGRAM MAKEN

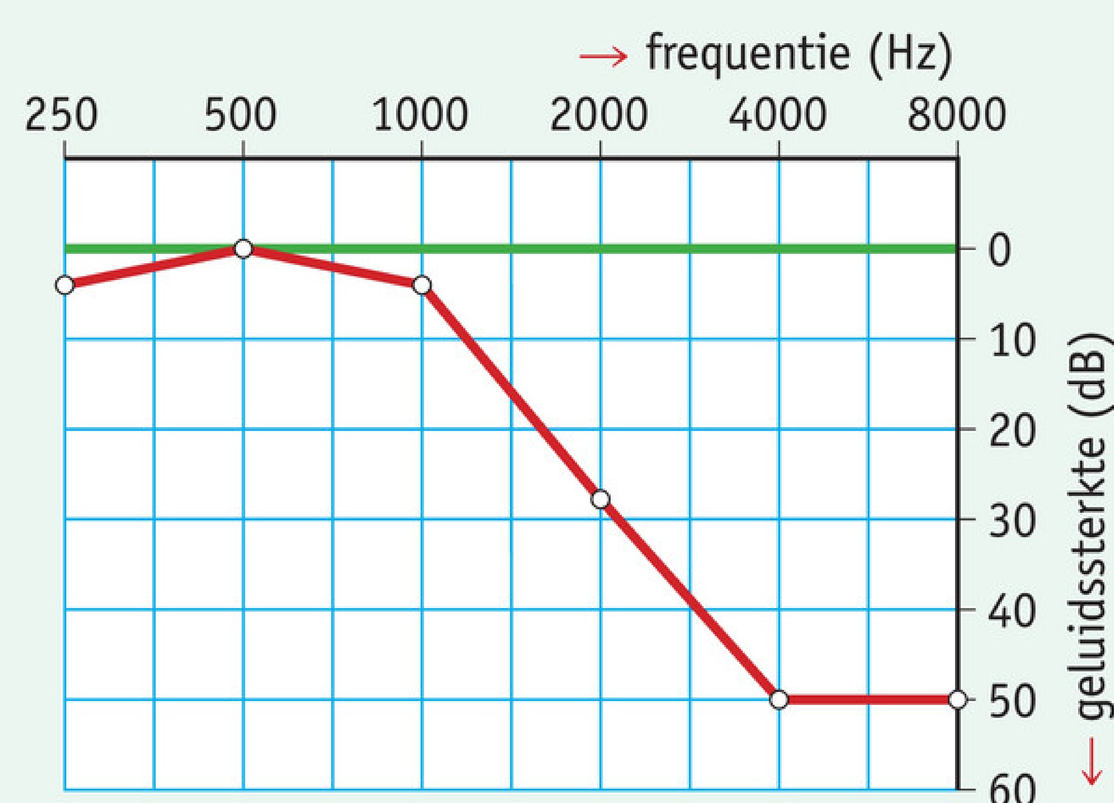
Als een arts vermoedt dat je gehoor beschadigd is, kan hij een audiogram laten maken (afbeelding 6). Voor een aantal tonen wordt dan je gehoordrempel bepaald. Daarna wordt in het audiogram ingetekend hoeveel dB jouw gehoordrempel afwijkt van de normale waarde. Meestal wordt een apart audiogram gemaakt van ieder oor.

Bij de test krijg je een toon te horen via een koptelefoon, bijvoorbeeld van 250 Hz. Eerst is die toon onhoorbaar zacht, maar daarna wordt hij steeds luider. Op het moment dat je de toon hoort, geef je een teken aan de audioloog. Zo wordt je gehoordrempel voor een toon van 250 Hz bepaald. Daarna gebeurt hetzelfde voor een aantal andere frequenties.

Als je een goed gehoor hebt, wijkt de grafiek weinig af van de nullijn. Als je gehoor beschadigd is, zijn de verschillen groter. In afbeelding 7 zie je het audiogram van iemand die moeite heeft met het horen van hoge tonen.



afbeelding 6 Een audioloog maakt een audiogram.



afbeelding 7 Dit audiogram toont een gehoorverlies voor hoge tonen.

LEERSTOF

1 Je gehoor kan beschadigen als je regelmatig geluid hoort dat harder is dan:

- ○ A 40 dB(A).
- ○ B 60 dB(A).
- ○ C 80 dB(A).
- ○ D 100 dB(A).

2 Om geluidsoverlast van snelwegen te verkleinen, worden soms geluidsschermen aangelegd.
Dit is een voorbeeld van een maatregel:

- ○ A bij de bron.
- ○ B tussen de bron en de ontvanger.
- ○ C bij de ontvanger.

3 Bij de luchthaven Schiphol zijn veel huizen voorzien van geluidsisolatie.
Dit is een voorbeeld van een maatregel:

- ○ A bij de bron.
- ○ B tussen de bron en de ontvanger.
- ○ C bij de ontvanger.

4 Een machine die veel lawaai produceert, wordt op rubberen poten gezet.
Dit is een voorbeeld van een maatregel:

- ○ A bij de bron.
- ○ B tussen de bron en de ontvanger.
- ○ C bij de ontvanger.

5 Vul in.

a Je gehoor wordt zeker beschadigd als de geluidssterkte groter is dan .... dB(A).

b Je kunt maatregelen tegen geluidshinder nemen op drie plaatsen. Welke zijn dat?

1 ....

2 ....

3 ....

c Geluidshinder bij de ontvanger wordt vaak bestreden met ....

d Materiaal dat geluid moet terugkaatsen, is .... en heeft een .... oppervlak.

6 In deze paragraaf worden vijf manieren genoemd om de geluidsoverlast van een snelweg te beperken. Welke vijf manieren zijn dat?

1 ....

2 ....

3 ....

4 ....

5 ....

TOEPASSING

7 Op snelwegen is de maximumsnelheid overdag verlaagd naar 100 km/h.

a Bewoners die vlak bij de snelweg wonen zijn hier zeer tevreden mee. Waarom?

....

....

....

b De voorkant van Hans' woning ligt op enkele tientallen meters van een snelweg. Hans heeft achter in zijn tuin een tuinhuisje gemetseld van bakstenen. Naast zijn tuinhuisje heeft Hans een heg van struiken geplant.
Als Hans voor het tuinhuisje zit, is het geluid harder dan als hij voor de heg zit. Leg uit waarom.

....

....

....

8 Allard kan niet slapen als hij een wekker hoort tikken. Voor hem is dit geluid heel hinderlijk, al is het niet hard.

a Schrijf twee geluiden op die niet hard zijn, maar die jij wel hinderlijk vindt.

1 ....

2 ....

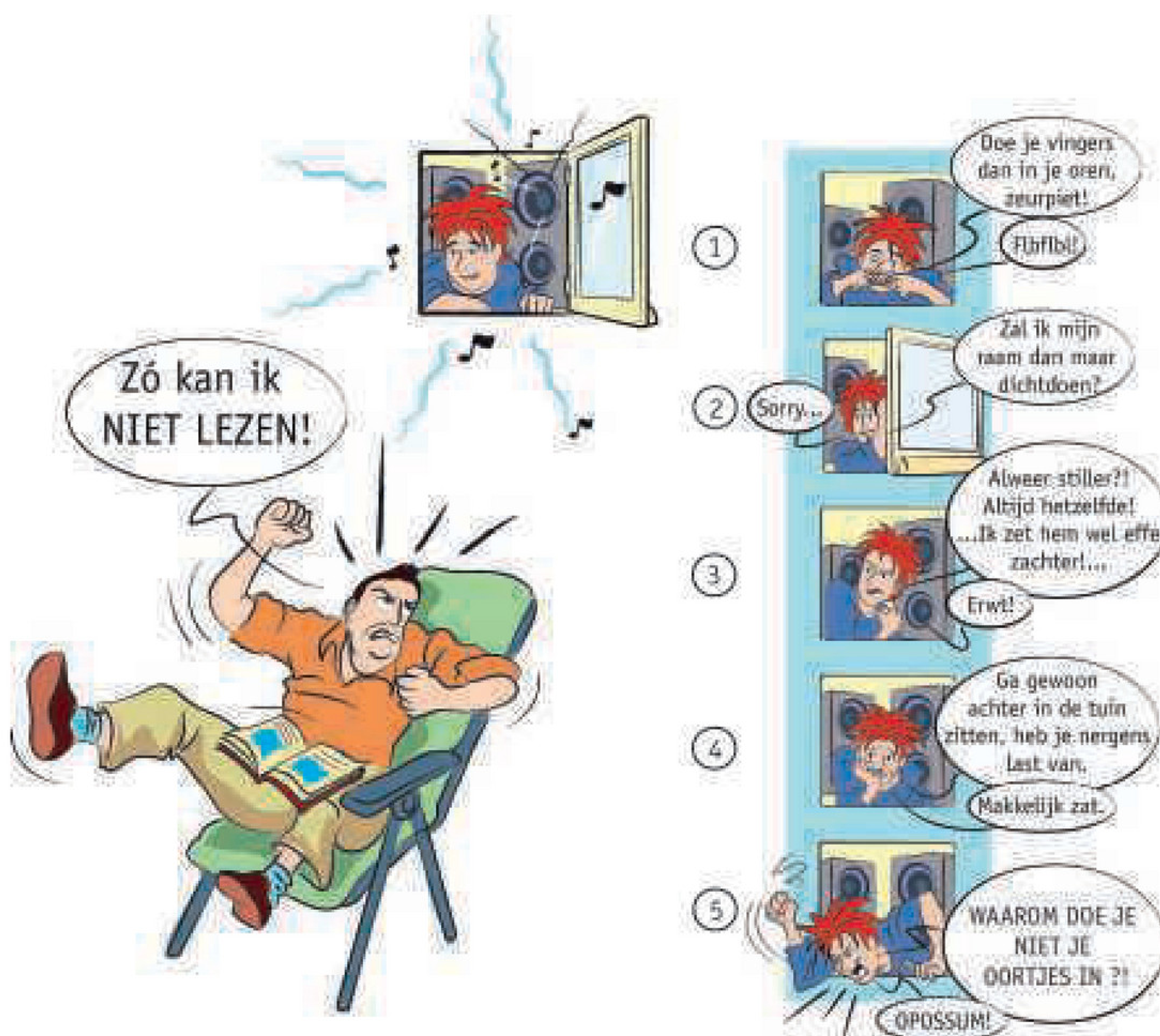
b Noteer twee situaties waarin jij je snel aan geluiden ergert.

1 ....

2 ....

9 Kees moppert op het lawaai van Muriël. Muriël kan daarop reageren met verschillende maatregelen (afbeelding 8).
Geef van elke reactie aan om wat voor maatregel het gaat.

1 *bij de bron / tussen bron en ontvanger / bij de ontvanger*
2 *bij de bron / tussen bron en ontvanger / bij de ontvanger*
3 *bij de bron / tussen bron en ontvanger / bij de ontvanger*
4 *bij de bron / tussen bron en ontvanger / bij de ontvanger*
5 *bij de bron / tussen bron en ontvanger / bij de ontvanger*

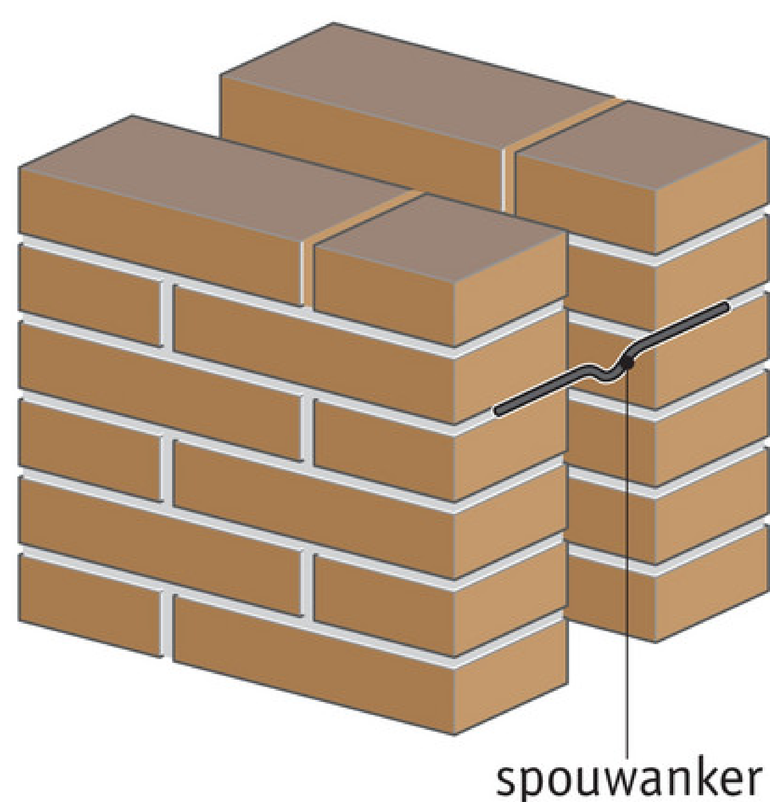


afbeelding 8 Waar worden de maatregelen genomen?

★ 10 Een spouwmuur bestaat uit een binnen- en een buitenmuur. Deze twee muren worden vaak verbonden met stalen staafjes, die ankers genoemd worden (afbeelding 9).
Wordt de geluidsisolatie van de muur hierdoor beter, slechter of verandert deze niet? Leg je antwoord uit.

....

....



afbeelding 9 Spouwmuur met spouwanker.

11 Laminaat is een harde vloerbedekking van kunststof.
Hoe kun je tegengaan dat geluidstrillingen:

a door het laminaat aan de vloer worden doorgegeven?

....

....

b door het laminaat aan de muren worden doorgegeven?

....

....

....

12 In lege ruimtes heb je soms veel nagalm. Dat komt doordat de muren en vloeren het geluid weerkaatsen.
Waar heb je meer nagalm?

a *in een kamer met tegels op de vloer / in een kamer met vloerbedekking*
b *in een badkamer / in een slaapkamer*
c *in een concertzaal die vol mensen zit / in een lege concertzaal*

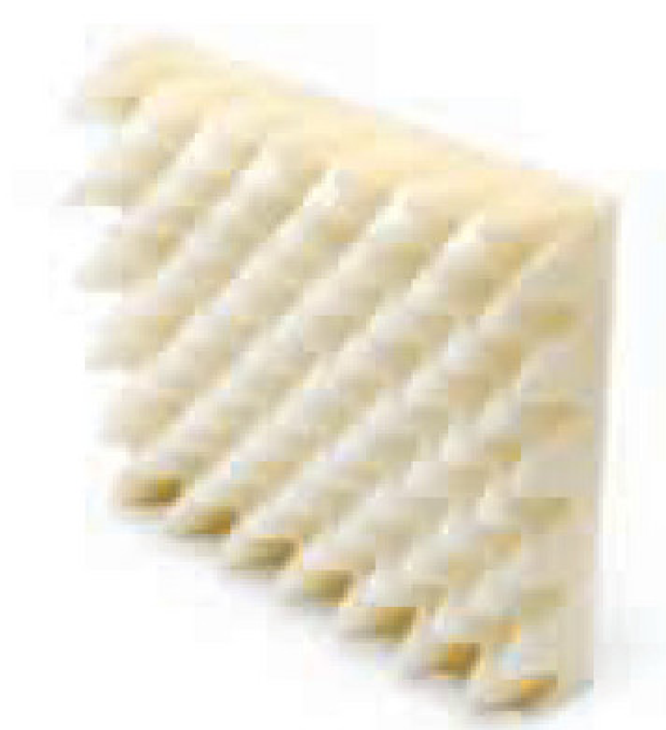
13 Bekijk het materiaal in afbeelding 10.
Waaraan zie je dat dit materiaal:

a niet geschikt is om geluid te weerkaatsen?

....

b heel geschikt is om geluid te absorberen?

....



afbeelding 10 Nopjesschuim wordt veel gebruikt voor geluidsisolatie.

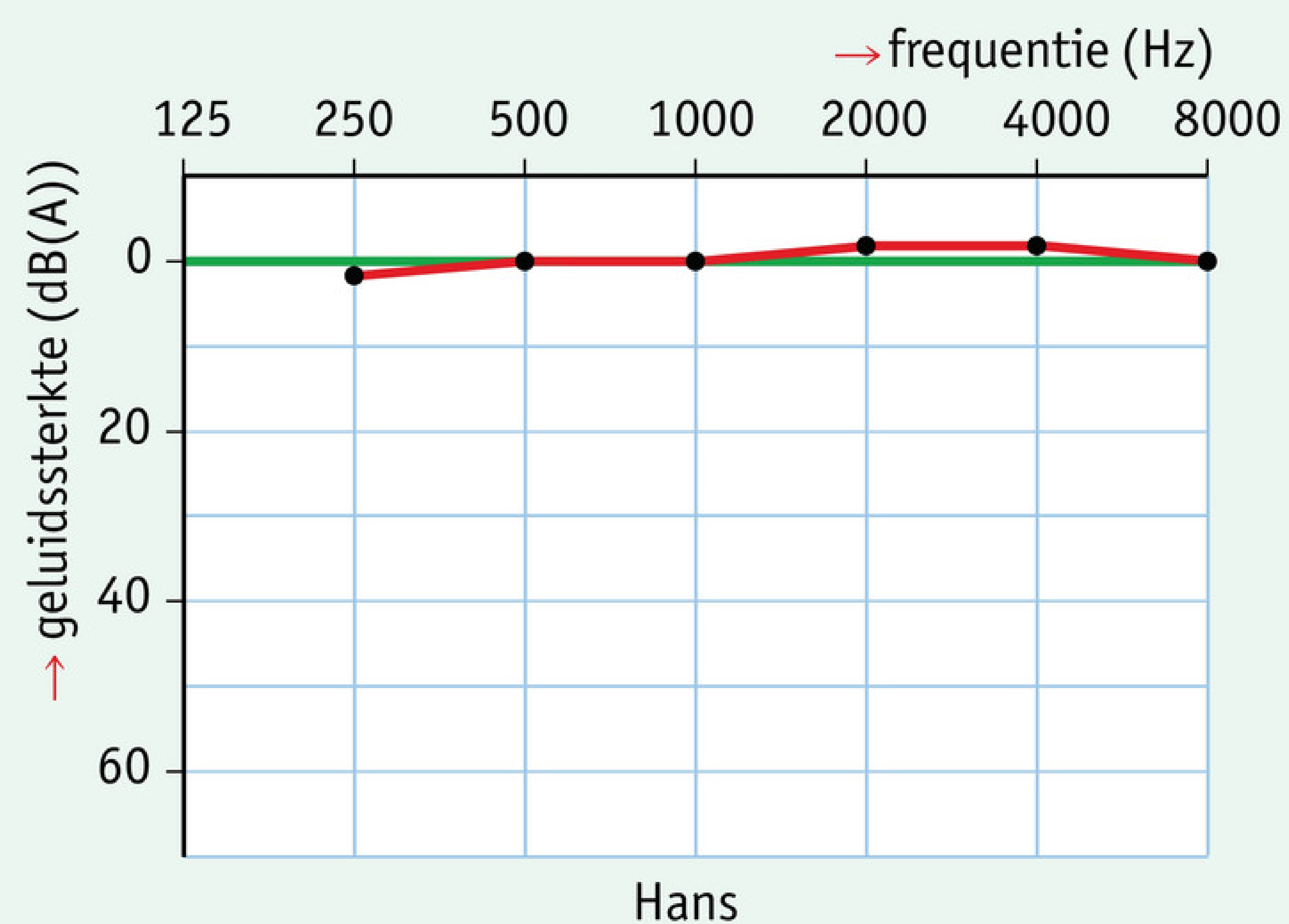
 Test je kennis met de *Test jezelf*.

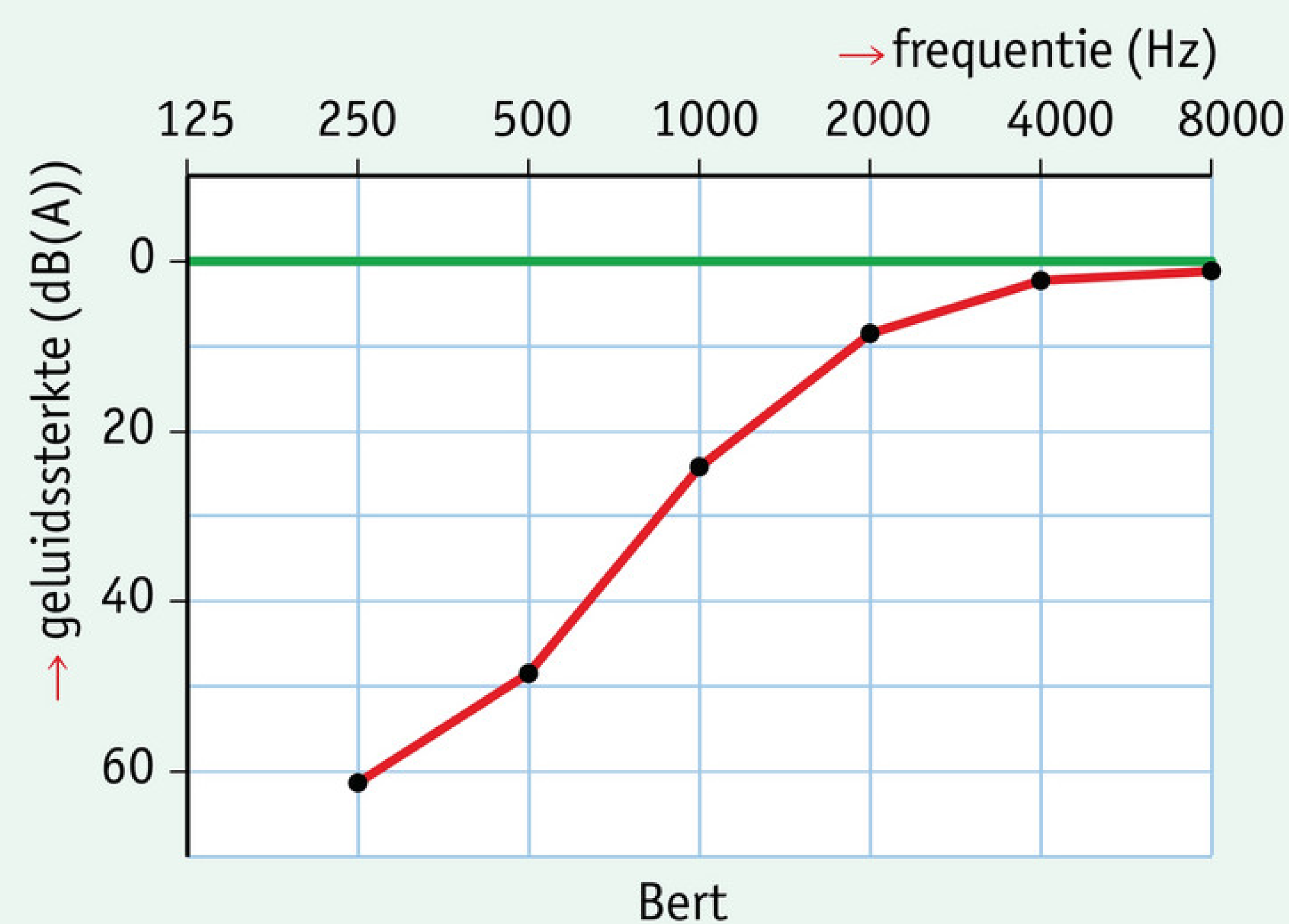
PLUS EEN AUDIOGRAM MAKEN

14 In afbeelding 11 zie je de audiogrammen van Hans en Bert.

a Van wie is het gehoor niet in orde? van *Hans* / *Bert*

b Welke tonen kan hij minder goed horen? de *hoge* / *lage* tonen





afbeelding 11 De audiogrammen van Hans en Bert.

★ 15

a Leg uit hoe een audioloog te werk moet gaan als hij van ieder oor apart een audiogram wil maken.

....

....

....

b Geef een reden waarom het verstandig is beide oren apart te testen.

....

....

....

....

Practica

PROEF 1 DE STEMVORK

15 minuten

Inleiding

Geluid ontstaat als voorwerpen trillen, zoals een stemvork of een luidspreker. Door dat trillen gaat de omringende lucht ook trillen. Zo kan het geluid je oren bereiken.

Doel

Bij deze proef onderzoek je de trilling van een stemvork.

Nodig

- ☐ stemvork van 440 Hz
- ☐ bekerglas

Uitvoeren en uitwerken

- Sla de stemvork aan. Luister naar de toon die je hoort.
- Sla de stemvork opnieuw aan. Zet hem daarna met zijn onderkant op de tafel.
- Luister weer naar de toon.

1 Welk verschil met de eerste keer hoor je?
   - ○ A De toon wordt hoger.
   - ○ B De toon wordt lager.
   - ○ C Het geluid wordt harder.
   - ○ D Het geluid wordt zachter.

- Sla de stemvork aan. Voel met je nagel aan een been van de stemvork.

2 Wat voel je?

....

- Vul het bekerglas voor driekwart met water. Sla de stemvork aan. Raak met één been van de stemvork het wateroppervlak aan. Pas op dat je de rand van het glas niet raakt!

3 Wat zie je?

....

- Sla de stemvork aan en houd hem met zijn onderkant op verschillende plaatsen tegen je hoofd.

4 Wanneer is de toon het hardst?

....

....

PROEF 2 DE LUIDSPREKER

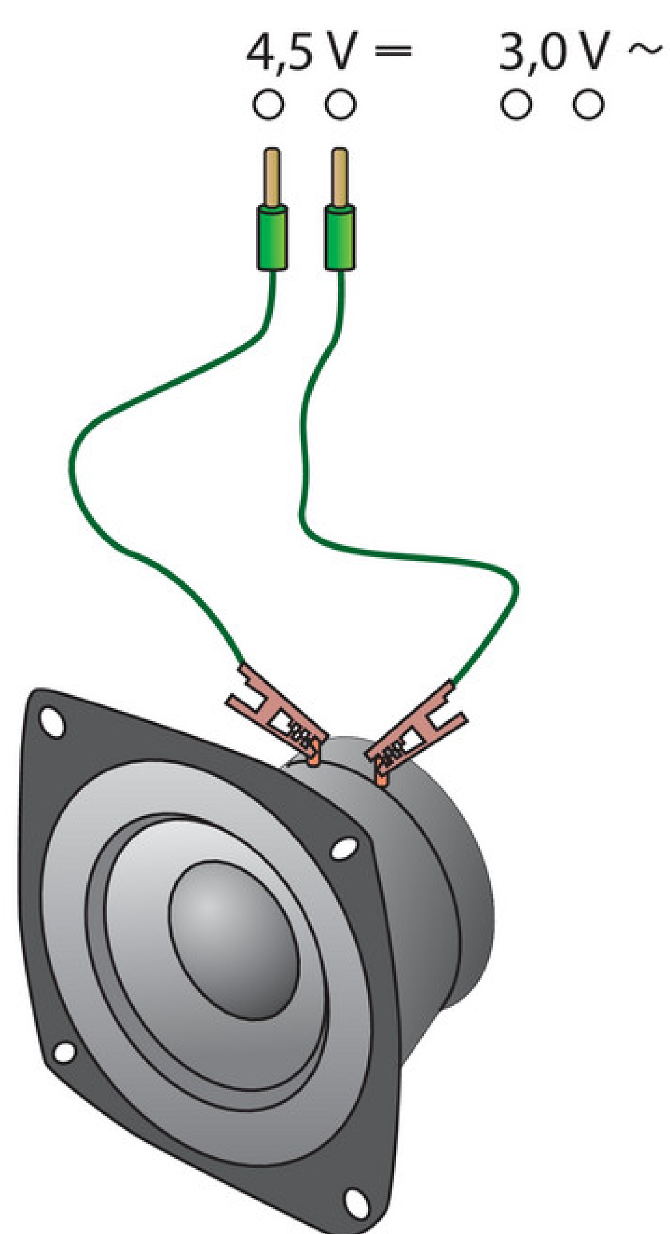
15 minuten

Inleiding
In luidsprekers zit een kegelvormig onderdeel dat de conus wordt genoemd. Deze conus kan heen en weer bewegen en zo de omringende lucht in trilling brengen.

Doel
Bij deze proef kom je erachter hoe een luidspreker de lucht in trilling brengt.

Nodig
- ☐ luidspreker
- ☐ 2 snoeren
- ☐ voedingskastje

Uitvoeren en uitwerken
- Sluit de luidspreker aan op een gelijkspanning van 4,5 V (afbeelding 1). Kijk tijdens het aansluiten naar de conus.



afbeelding 1 De opstelling van proef 2.

1 Beweegt de conus nu naar binnen of naar buiten?

....

- Wissel de twee aansluitingen op het voedingskastje om.

2 Beweegt de conus nu naar binnen of naar buiten?

....

- Sluit nu de luidspreker aan op een wisselspanning van 3 V. Let op! Maak de spanning niet groter dan 3,0 V!

3 Wat hoor je?

....

- Voel voorzichtig aan de conus.

4 Wat voel je?
 ○ A De conus beweegt voortdurend van binnen naar buiten en terug.
 ○ B De conus gaat naar binnen en beweegt dan niet meer.
 ○ C De conus gaat naar buiten en beweegt dan niet meer.
 ○ D niets

PROEF 3 JE STEM ALS GELUIDSBRON

30 minuten

Inleiding
Als je praat of zingt, produceren je stembanden trillingen die daarna worden 'bewerkt' in je keel en je mond. Zo ontstaan verschillende klanken, zoals de 'aa' en de 'mm'. Je kunt met je tong en lippen ook klanken maken zonder dat de stembanden trillen, zoals de 'p' en de 's'.

Doel
Bij deze proef onderzoek je hoe je met je stem allerlei verschillende klanken kunt maken.

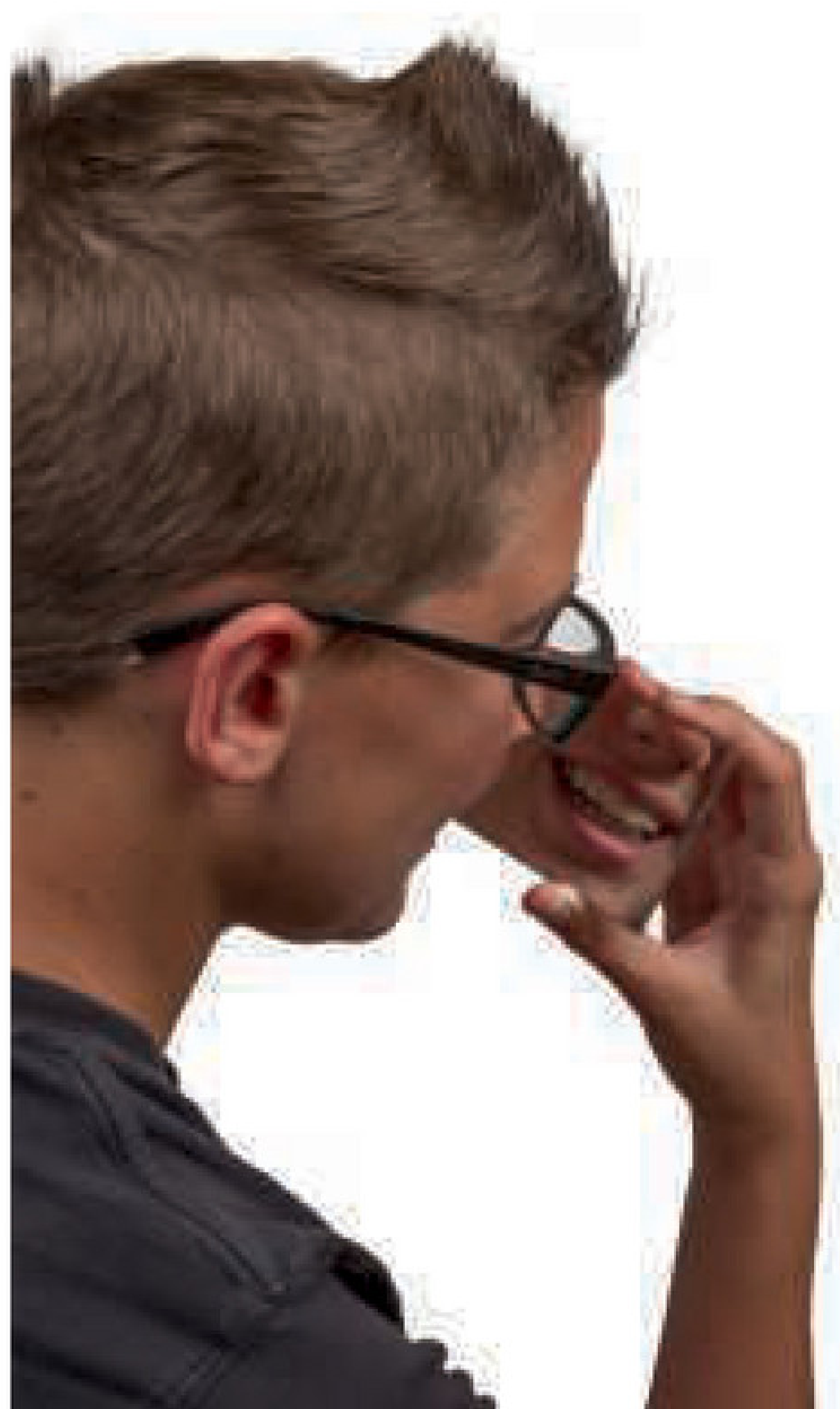
Nodig
☐ kleine spiegel

Uitvoeren en uitwerken
- Strek je nek en doe je kin omhoog. Leg je vingers op je hals terwijl je 'mmmm' zegt.

1 Beschrijf wat je met je vingers voelt op het moment dat je 'mmmm' zegt.

....

- Houd de spiegel vlak voor je mond, op ongeveer 1 cm (afbeelding 2).
- Zeg nu een paar keer duidelijk en langzaam: “In Loosdrecht kun je kano’s huren.”



afbeelding 2 Kijk goed naar hoe je mond beweegt.

2 Beschrijf zo precies mogelijk wat je achtereenvolgens ziet.

....

....

....

....

- Leg de spiegel even weg. Houd nu je hand voor je mond, terwijl je dezelfde zin herhaalt.

3 Beschrijf zo precies mogelijk wat je achtereenvolgens voelt.

....

....

....

....

- Laat het licht van een lichtbron via het spiegeltje in je mond vallen, zodat je diep in je mond kunt kijken (afbeelding 3).
- Zeg ‘aaaaaa’ (lang aanhouden) en kijk via de spiegel naar je mond.



afbeelding 3 Kijk goed naar wat er in je mond gebeurt.

4 Beschrijf zo precies mogelijk wat je mond doet.

- Zeg 'oooooo'.

5 Beschrijf zo precies mogelijk wat je mond doet.

- Zeg 'iiiiii'.

6 Beschrijf zo precies mogelijk wat je mond doet.

- Leg het spiegeltje weg.
- Zeg 'rrrrrr'. Let daarbij goed op je tong.

7 Wat voelde je bewegen in je mond?

....

....

....

- Let op je tong en lippen en zeg 'ssssss'.

8 Hoe hield je je tong en lippen toen je 'ssssss' zei?
- ○ A recht vooruit
- ○ B tegen de boventanden
- ○ C tegen de ondertanden
- ○ D zover mogelijk naar achteren

9 Beschrijf hoe de lucht uit je mond stroomt.

....

....

....

- Zeg de 't' een paar keer.

10 Leg zo precies mogelijk uit hoe je deze klank produceert.

....

....

PROEF 4 TONEN VAN SNAREN

30 minuten

Let op! Als je een snaar te strak aanspant, kan hij breken. Dat is gevaarlijk, want een snaar kan je met een flinke kracht raken. Daarom is het verplicht om bij deze proef een veiligheidsbril te dragen.

Inleiding
Er zijn allerlei muziekinstrumenten die geluid produceren met trillende snaren. Denk aan een gitaar, een viool en een piano.

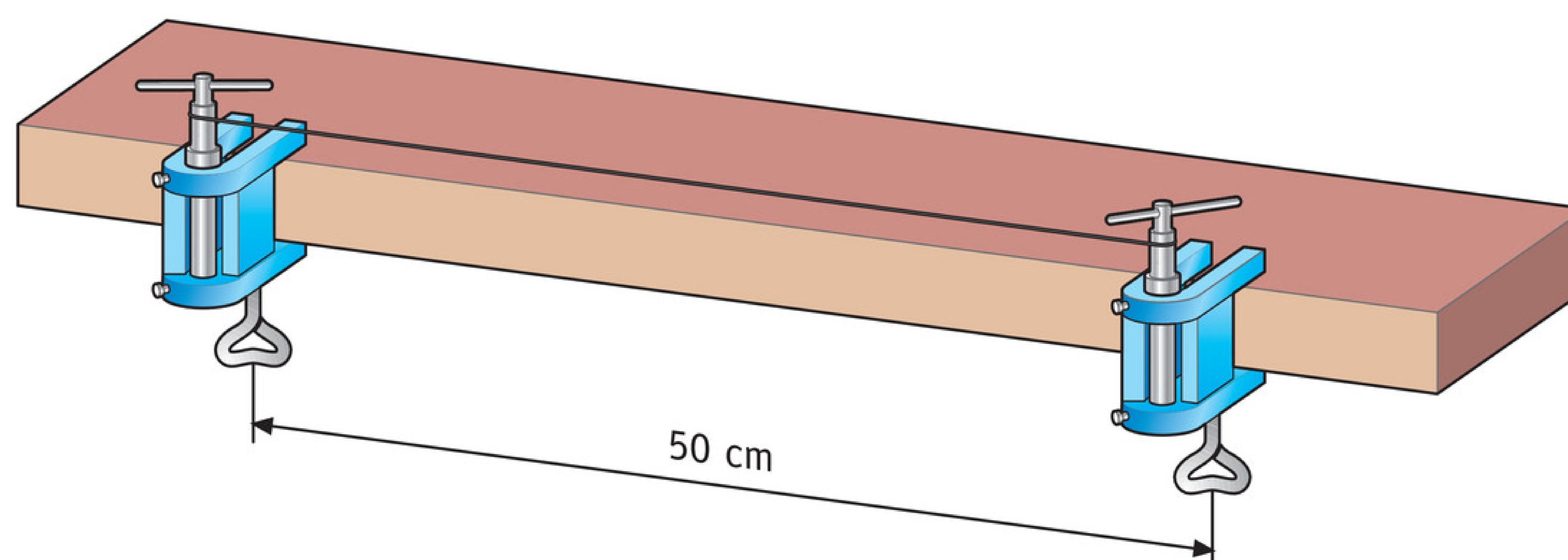
Doel
Bij deze proef onderzoek je van welke factoren de toon van een snaar afhangt.

Nodig

- ☐ veiligheidsbril
- ☐ 2 tafelklemmen
- ☐ 2 draadspanners
- ☐ dunne metalen snaar
- ☐ dikke metalen snaar
- ☐ rolmeter

Uitvoeren en uitwerken

- Zet je veiligheidsbril op!
- Zet de tafelklemmen 50 cm uit en klem ze op de tafel vast.
- Maak de dunne snaar tussen de klemmen vast (afbeelding 4).



afbeelding 4 De opstelling van proef 4.

- Span de dunne snaar een eindje door aan een van de spanbouten te draaien.
- Trek voorzichtig met een wijsvinger aan het midden van de snaar en laat hem los.

1 Wat voor beweging maakt de snaar?

- ○ A De snaar springt terug in de beginstand.
- ○ B De snaar springt terug voorbij de beginstand en dan terug naar de beginstand.
- ○ C De snaar trilt heen en weer om de beginstand.

- Trek nog een keer aan de snaar.
- Luister vlak bij de snaar.

2 Hoor je geluid? Zo ja, wat valt je op aan het geluid?

....

....

....

....

- Breng de snaar opnieuw in trilling en pak hem voorzichtig vast.

3 Wat voel je?

....

4 Hoor je nog geluid nadat je de snaar hebt vastgepakt? *ja / nee*

- Voel met een vinger zo precies mogelijk hoe strak de snaar is gespannen.
- Maak de dunne snaar aan één klem los.
- Maak ook één tafelklem los.
- Zet nu de klemmen dichter bij elkaar, zodat de afstand 25 cm is.
- Span de snaar weer tussen de klemmen. Probeer, op je gevoel, de spanning in de snaar net zo groot te maken als eerst.
- Breng de snaar weer aan het trillen en luister goed.

5 Is de toon hetzelfde als de eerste keer?
- ○ A Ja, de toon is even hoog als de eerste keer.
- ○ B Nee, de toon is hoger dan de eerste keer.
- ○ C Nee, de toon is lager dan de eerste keer.

- Maak de dunne snaar los en leg hem opzij.
- Zet de klemmen weer 50 cm uit elkaar.
- Span de dikke snaar tussen de twee klemmen. Probeer de spanning net zo groot te maken als die van de dunne snaar.
- Breng de snaar aan het trillen en luister goed.

6 Is de toon hetzelfde als bij de dunne snaar van 50 cm?
- ○ A Ja, de toon is even hoog als bij de dunne snaar.
- ○ B Nee, de toon is hoger dan bij de dunne snaar.
- ○ C Nee, de toon is lager dan bij de dunne snaar.

- Zet nu de klemmen weer 25 cm uit elkaar en span de dikke snaar ertussen. Probeer de spanning in de snaar weer net zo groot te maken als eerst.
- Breng de snaar weer aan het trillen en luister goed.

7 Is de toon hetzelfde als bij de dikke snaar van 50 cm?
- ○ A Ja, de toon is even hoog als bij een lengte van 50 cm.
- ○ B Nee, de toon is hoger dan bij een lengte van 50 cm.
- ○ C Nee, de toon is lager dan bij een lengte van 50 cm.

- Span de snaar nu iets strakker.
- Breng hem weer aan het trillen en luister goed.

8 Is de toon veranderd door het spannen?
- ○ A Nee, de toon is niet veranderd.
- ○ B Ja, de toon is hoger geworden.
- ○ C Ja, de toon is lager geworden.

PROEF 5 DE TRILLENDE LINIAAL

10 minuten

Inleiding

De hoogte van een toon heeft te maken met de frequentie van het geluid: het aantal trillingen per seconde.

Doel

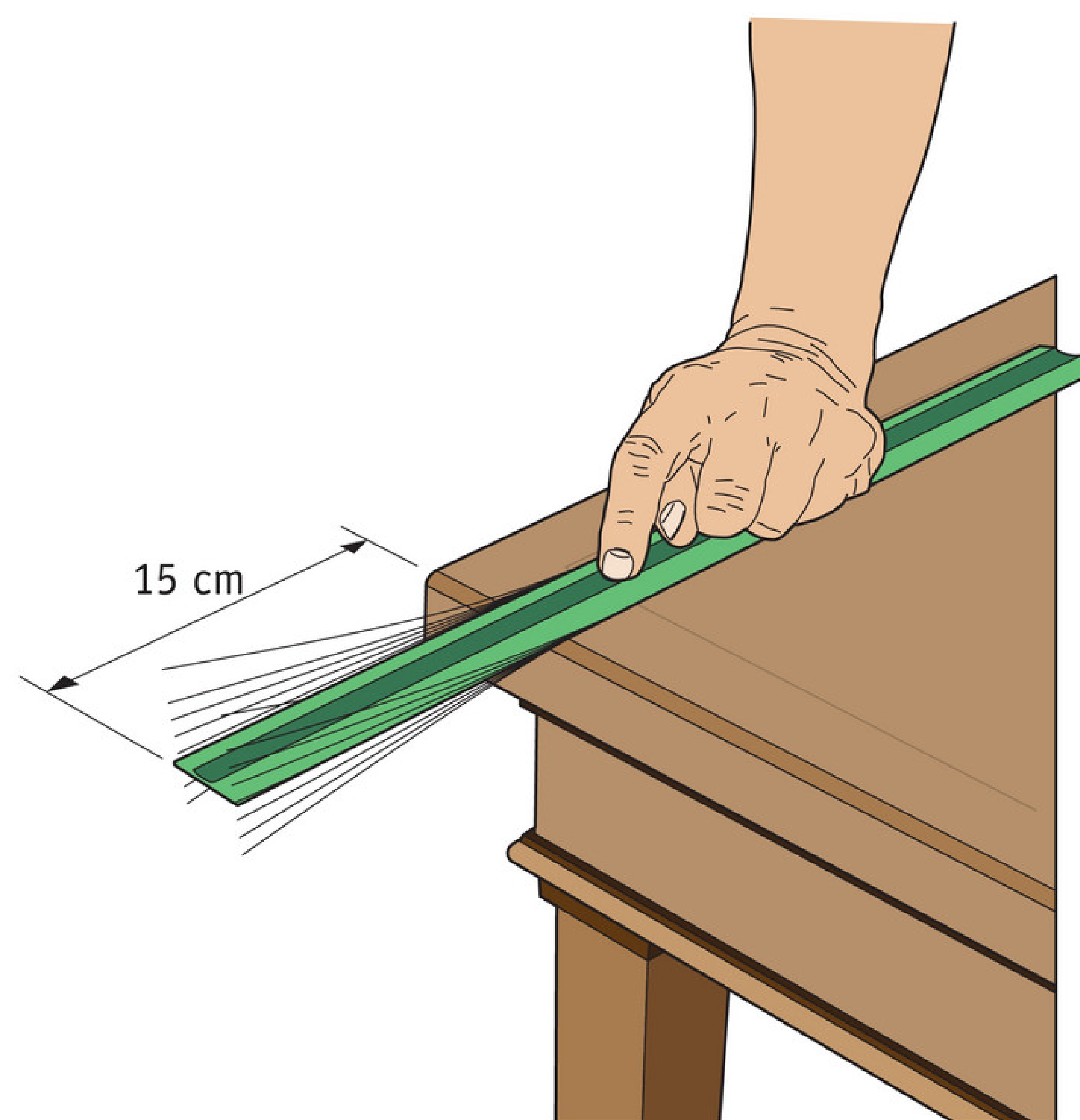
Bij deze proef maak je hoge en lage tonen met een liniaal. De onderzoeksvraag is:
Welk verband is er tussen het aantal trillingen per seconde (de frequentie) en de hoogte van een toon?

Nodig

☐ metalen liniaal

Uitvoeren en uitwerken

- Duw de liniaal met je hand stevig op de tafel. Zorg ervoor dat 15 cm van de liniaal buiten de tafel uitsteekt.
- Breng dit uiteinde in trilling zoals in afbeelding 5.
- Laat de liniaal 10 cm buiten de tafel uitsteken en breng hem weer in trilling.
- Doe dit nog eens, terwijl de liniaal 5 cm uitsteekt.



afbeelding 5 Zo kun je de liniaal laten trillen.

1 Welk verschil hoor je tussen de geluiden?
- ○ A Het geluid verandert van hoogte.
- ○ B Het geluid wordt harder.
- ○ C Het geluid wordt zachter.

2 Wanneer is het geluid het hoogst?
- ○ A bij 5 cm
- ○ B bij 10 cm
- ○ C bij 15 cm

3 Wanneer is het geluid het laagst?
- ○ A bij 5 cm
- ○ B bij 10 cm
- ○ C bij 15 cm

4 Welke twee beweringen zijn goed?
- ☐ A Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de toon.
- ☐ B Hoe hoger de frequentie, hoe lager de toon.
- ☐ C Hoe lager de frequentie, hoe lager de toon.
- ☐ D Hoe lager de frequentie, hoe hoger de toon.

Leerstofoverzicht

8.1 GELUID MAKEN EN HOREN

ONTHOUD

- Een voorwerp dat geluid maakt noem je een geluidsbron. Geluid ontstaat als een geluidsbron trillingen veroorzaakt.
- De conus van een luidspreker beweegt snel heen en weer. Als de conus naar buiten gaat, wordt de lucht rond de conus een klein beetje samengeperst. Als de conus naar binnen gaat, wordt de lucht iets 'verdund'. Daardoor verandert de luchtdruk steeds een klein beetje.
- Je kunt een geluid alleen horen als er een tussenstof is. Meestal is lucht de tussenstof. Maar geluid kan zich ook verplaatsen door een vloeistof of een vaste stof.
- Hoe snel geluid zich verplaatst, verschilt van stof tot stof. De geluidssnelheid in lucht is ongeveer 340 m/s.
- Als geluidstrillingen het oor bereiken, gaat het trommelvlies ook trillen. Het trommelvlies trilt mee met de trillingen in de lucht. Zintuigcellen nemen deze beweging waar en geven dat door aan de hersenen.

BEGRIPPEN

geluidsbron
Voorwerp dat geluid maakt.

geluidssnelheid
De snelheid waarmee geluid zich door een stof verplaatst. In lucht is de geluidssnelheid ongeveer 340 m/s.

trilling
Heen en weer gaande beweging.

tussenstof
Stof waardoor geluid zich verplaatst.

8.2 TOONHOOGTE EN FREQUENTIE

ONTHOUD

- In allerlei muziekinstrumenten worden snaren gebruikt. Als je zo'n snaar in trilling brengt, geeft hij een toon. De hoogte van die toon hangt af van drie dingen:
  - Hoe dik de snaar is. Hoe dikker de snaar, hoe lager de toon.
  - Hoe lang de snaar is. Hoe langer de snaar, hoe lager de toon.
  - Hoe strak de snaar is gespannen. Hoe lager de spanning, hoe lager de toon.
- Het aantal trillingen per seconde noem je de frequentie van de trilling. De frequentie wordt gemeten in hertz (Hz). Als de frequentie 128 Hz is, bewegen de benen van de stemvork 128 keer per seconde heen en weer.
- Hoe hoger de frequentie, des te hoger is de toon die je hoort.
- Met een microfoon en een oscilloscoop kun je trillingen weergeven op een scherm en er onderzoek naar doen.
- Geluid met een heel hoge of een heel lage frequentie kun je niet horen. Jonge mensen kunnen meestal tonen tussen 20 en 20 000 Hz horen. Als je ouder wordt, kun je vooral hoge tonen minder goed horen.

BEGRIPPEN

frequentie
Aantal trillingen per seconde. De eenheid is hertz (Hz).

frequentiebereik
De frequenties die iemand kan horen. Voor (jonge) mensen is dit tussen 20 en 20 000 Hz.

microfoon
Apparaat dat geluidstrillingen omzet in elektrische trillingen.

oscilloscoop
Apparaat dat geluidstrillingen op een scherm kan weergeven.

stemvork
U-vormig stukje metaal dat altijd een toon met dezelfde toonhoogte geeft.

8.3 GELUIDSSTERKTE

ONTHOUD

- De geluidssterkte geeft aan hoe hard het geluid is dat een geluidsbron produceert.
- Als een basluidspreker het geluid van een bassdrum laat horen, kun je de conus zien trillen. Die trilling wordt heviger als je het geluid harder zet. De drukverschillen in de omringende lucht worden dan ook groter. Daardoor klinkt het geluid harder.
- Je kunt die drukverschillen onderzoeken met een oscilloscoop. De afstand tussen het midden van de trillingen en hun uiterste stand noem je de amplitude van de trillingen.
- Hoe harder een geluid, hoe groter de amplitude.
- De sterkte van geluid kun je meten in decibel. Dit kort je af als dB. Geluidssterkte meet je met een decibelmeter.
- De geluidssterkte wordt meestal aangegeven in decibel(A). Dit kort je af als dB(A). De (A) geeft aan dat er bij de meting rekening is gehouden met het menselijk gehoor. Hoge en lage tonen hoor je minder goed.
- De gehoordrempel is de geluidssterkte waarbij je het geluid net begint te horen.
- De pijngrens is de geluidssterkte waarbij je oren pijn beginnen te doen. Boven de pijngrens hoor je wel geluid, maar dit is zo hard, dat het zeer doet aan je oren.

BEGRIPPEN

amplitude
Afstand tussen het midden en de uiterste stand van een trilling.

decibel
Eenheid van geluidssterkte.

decibel(A)
Eenheid van geluidssterkte die rekening houdt met het menselijk gehoor.

decibelmeter
Apparaat waarmee je de geluidssterkte kunt meten.

gehoordrempel
Geluidssterkte waarbij je het geluid net begint te horen.

geluidssterkte
Hoe hard het geluid is.

pijngrens
Geluidssterkte waarbij je oren pijn beginnen te doen.

8.4 GELUIDSOVERLAST VERMINDEREN

ONTHOUD

- Je gehoor loopt zeker schade op als de geluidssterkte groter is dan 140 dB(A). Maar ook als je regelmatig of langdurig blootstaat aan geluid van meer dan 80 dB(A), kan je gehoor beschadigd raken.
- Geluid dat je gehoor niet beschadigt, kan nog wel hinderlijk zijn.
- Auto’s en andere vervoermiddelen zorgen voor veel geluidshinder.
  Tegen geluidshinder van het verkeer kun je maatregelen nemen:
  - bij de geluidsbron;
  - tussen de geluidsbron en de ontvanger;
  - bij de ontvanger.
- Geluidshinder kun je verminderen door het geluid tussen de bron en de ontvanger te absorberen of terug te kaatsen. Materiaal dat geluid moet absorberen, is zacht en heeft een onregelmatig oppervlak. Materiaal dat geluid moet terugkaatsen, is hard en heeft een glad oppervlak.
- Geluidshinder wordt vaak bestreden met geluidsisolatie. De isolatie kan aangebracht worden bij de bron van het geluid of bij de ontvanger.

BEGRIPPEN

absorberen
Uitdoven van geluidstrillingen in een materiaal.

geluidsisolatie
Afschermen van geluid om geluidshinder te voorkomen.

geluidsscherm
Hard, vlak scherm dat geluid terugkaatst.

geluidswal
Dikke laag van aarde, bijvoorbeeld langs de snelweg. Een geluidswal dempt het geluid.

oordopjes
Geluidsisolatie die je in het oor kunt aanbrengen.

oorkappen
Geluidsisolatie die je over het oor kunt aanbrengen.

terugkaatsen
Weerkaatsen van geluid tegen een hard en glad oppervlak.



Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

Vaardigheden

ONDERZOEK DOEN
Bij het vak natuur- en scheikunde leer je om onderzoek te doen. Je werkt met practicumapparatuur, voert metingen uit, tekent grafieken en maakt berekeningen. Dit deel van het boek gaat over de vaardigheden die je daarvoor nodig hebt.



1 Onderzoek doen

Bij het vak natuur- en scheikunde leer je om zelf onderzoek uit te voeren. Bij het doen van onderzoek ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bedenk een onderzoeksvraag**
Meestal staat de onderzoeksvraag al in het boek vermeld. Dan ben je natuurlijk snel klaar. Soms mag je zelf een onderzoeksvraag bedenken. Wees daarbij niet te gauw tevreden. Je moet wel een idee hebben hoe je jouw vraag kunt beantwoorden.

Stap 2 **Maak een werkplan**
In je werkplan schrijf je op:
- welke materialen en apparatuur je nodig hebt;
- welke opstelling je gaat bouwen (maak een tekening);
- welke grootheden je gaat meten;
- (eventueel) welke formules je gaat gebruiken.

In afbeelding 1 zie je een voorbeeld van zo'n werkplan.

```
    Werkplan van: Eileen en Jamila

    Onderzoeksvraag: Wat is de hoogste toon
    die we kunnen horen?
1   Materialen en apparatuur

  * Toongenerator
  * Versterker
  * Hoge-tonen-luidspreker

2   Opstelling
```



```
3   Metingen
    Jamila maakt met de toongenerator een
    steeds hogere toon. Eileen zegt 'stop'
    als ze geen geluid meer hoort. Jamila
    kijkt dan op de toongenerator hoe hoog de
    toon is. Dit doen we een paar keer om te
    zien of er steeds hetzelfde uitkomt. Daarna
    gaan we de proef nog eens doen, maar nu
    luistert Jamila en draait Eileen aan de
    toongenerator.
```

afbeelding 1 Zo ziet een werkplan eruit.

Stap 3 **Uitvoeren en uitwerken**
Je gaat nu metingen uitvoeren en uitwerken.
Zie ook de vaardigheden 5 tot en met 11.

Stap 4 **Conclusies trekken**
Als alles goed is gegaan, kun je nu conclusies trekken. Probeer een antwoord te geven op je onderzoeksvraag. Vraag je ook af wat er in je onderzoek beter had gekund.

Stap 5 **Een verslag maken**
Tot slot maak je van je onderzoek een verslag. Zie vaardigheid 14.

2 Werken met grootheden en eenheden

Bij proeven en onderzoeksopdrachten doe je vaak metingen. Je gebruikt een meetinstrument om een getalwaarde te vinden voor een eigenschap, zoals de lengte of de temperatuur.

Grootheden

Een grootheid is een eigenschap die je kunt meten met een meetinstrument. Voorbeelden van grootheden zijn lengte, massa en temperatuur. Je kunt deze grootheden meten met een meetlat (voor de lengte, zie afbeelding 2), een weegschaal (voor de massa) en een thermometer (voor de temperatuur).



afbeelding 2 Je meet de grootheid lengte in de eenheid meter.

Eenheden

Om een grootheid te kunnen meten, moet je eerst een maat met elkaar afspreken. Zo'n maat noem je een eenheid. Je meet je lengte in meters, je massa in kilogrammen en je lichaamstemperatuur in graden Celsius.

Voor elke grootheid bestaat een internationaal erkende SI-eenheid, zoals de meter voor de lengte, de seconde voor de tijd en de ampère voor de stroomsterkte. In het dagelijks leven worden daarnaast ook andere eenheden gebruikt. Mensen doen dat, omdat ze zo'n eenheid handiger vinden of omdat ze het nu eenmaal zo gewend zijn.

Meetresultaten noteren

- Ga voor de meting na in welke eenheid je meetinstrument de uitkomst weergeeft. Vaak is dat meteen duidelijk, maar soms moet je eerst even goed kijken.
- Noteer een meetresultaat altijd meteen nadat je de meting hebt gedaan.
- Doe je maar één meting? Noteer het meetresultaat dan in de vorm:
  [grootheid] = [getal] [eenheid].
  Bijvoorbeeld: massa = 237 gram.
- Doe je een serie metingen? Noteer je meetresultaten dan in een tabel. Zet boven elke kolom met getallen:
  - welke grootheid je hebt gemeten;
  - welke eenheid je hebt gebruikt (tussen haakjes).

In tabel 1 vind je een overzicht van de grootheden en eenheden die je in dit boek tegenkomt. In de tweede en derde kolom staan de SI-eenheden. Andere veelgebruikte eenheden staan in de laatste twee kolommen.

Soms is het nodig om een gegeven om te rekenen van de ene eenheid naar de andere (bijvoorbeeld van km/h naar m/s). Zie daarover vaardigheid 4.

tabel 1 Grootheden en eenheden.

grootheid	SI-eenheid	afkorting	andere eenheid	afkorting
dichtheid	kilogram per kubieke meter	kg/m^3	gram per kubieke centimeter	g/cm^3
frequentie	hertz	Hz	-	-
lengte, afstand	meter	m	-	-
luchtdruk, gasdruk	pascal	Pa	bar	-
massa	kilogram	kg	-	-
snelheid	meter per seconde	m/s	kilometer per uur	km/h
spanning	volt	V	-	-
stroomsterkte	ampère	A	-	-
temperatuur	kelvin	K	graden Celsius	°C
tijd	seconde	s	minuut, uur	min, h
vermogen	watt	W	-	-
volume	kubieke meter	m^3	liter	L

3 Werken met voorvoegsels

Soms is een eenheid onhandig groot of juist onhandig klein. Daarom is er een manier bedacht om eenheden 'op maat' te kunnen maken.

De voorvoegsels in tabel 2 kun je in principe voor elke eenheid zetten. Zo kun je afgeleide eenheden maken die 10, 100 of 1000 keer zo groot óf zo klein zijn als de originele eenheid. Op die manier kun je de grootte van de eenheid aanpassen aan de situatie: kilogrammen voor de massa van je lichaam, milligrammen voor de werkzame stof in een tablet.

In de praktijk worden sommige combinaties veel gebruikt en andere (bijna) nooit. De decibel (dB) is bijvoorbeeld een populaire eenheid, de decivolt (dV) en de deciwatt (dW) kom je nooit tegen.



afbeelding 3 Een pijnstiller met 500 mg werkzame stof per tablet.

Een eenheid kiezen

- Kijk bij proeven welke eenheid op het meetinstrument vermeld staat. Meestal is het het handigst om die eenheid te gebruiken.
- Kies een kleinere eenheid, als je anders op een erg klein getal (< 0,1) uitkomt. Noteer de uitkomst van een volumemeting bijvoorbeeld als 25 mL en niet als 0,025 L.
- Gebruik een grotere eenheid, als je anders op een erg groot getal (> 1000) uitkomt. Noteer de uitkomst van een berekening bijvoorbeeld als 340 km en niet als 340 000 m.

Soms is het nodig om een gegeven om te rekenen van de ene eenheid naar de andere (bijvoorbeeld van mA naar A). Zie daarover vaardigheid 4.

tabel 2 Voorvoegsels en hun betekenis.

voorvoegsel	afkorting	betekenis	voorbeeld
kilo	k	1000	1 kg = 1000 g
hecto	h	100	1 hPa = 100 Pa
deca	da	10	1 dam = 10 m
deci	d	1/10 = 0,1	1 dL = 0,1 L
centi	c	1/100 = 0,01	1 cm = 0,01 m
milli	m	1/1000 = 0,001	1 mA = 0,001 A

4 Eenheden omrekenen

Vaak is het nodig om een eenheid om te rekenen van de ene eenheid naar de andere. Dat doe je bijvoorbeeld als je de snelheid in m/s hebt uitgerekend en iemand je vraagt wat dat in km/h is.

Bij het omrekenen van eenheden ga je als volgt te werk:

Stap 1 **Noteer een gelijkheid met links de ene eenheid en rechts de andere.**

Stap 2 **Ga na met welk getal je moet vermenigvuldigen (→) of delen (←).**

Stap 3 **Voer de juiste vermenigvuldiging of deling uit en noteer het resultaat.**

VOORBEELDOPDRACHT 1
In een maatcilinder zit 0,125 L water. Hoeveel milliliter is dat?

Stap 1: Bedenk (of zoek op) dat 1 L gelijk is aan 1000 mL; zie afbeelding 4.
Stap 2: Je gaat van liter naar milliliter, dus je moet vermenigvuldigen met 1000.
Stap 3: Uitrekenen: Het volume van het water = 0,125 × 1000 = 125 mL

VOORBEELDOPDRACHT 2
Een stroommeter geeft 82 mA. Hoeveel ampère is dat?

Stap 1: Bedenk (of zoek op) dat 1 A gelijk is aan 1000 mA.
Stap 2: Je gaat van mA naar A, dus je moet delen door 1000.
Stap 3: Uitrekenen: De stroomsterkte = $\frac{82}{1000}$ = 0,082 A

VOORBEELDOPDRACHT 3
Een fietser rijdt met een snelheid van 5,2 m/s. Hoeveel km/h is dat?

Stap 1: Bedenk (of zoek op) dat 10 m/s gelijk is aan 36 km/h.
Stap 2: Je gaat van m/s naar km/h, dus vermenigvuldig je met 3,6.
Stap 3: Uitrekenen: De snelheid = 5,2 × 3,6 = ongeveer 19 km/h



afbeelding 4 Zoals je op deze maatkan kunt zien, is 1 L gelijk aan 1000 mL.

5 Meetinstrumenten aflezen

Als je een meting doet, lees je een meetwaarde – een getal – af op een meetinstrument. Bij het ene meetinstrument is dat gemakkelijker dan bij het andere.

Een digitaal meetinstrument, zoals een stopwatch of een digitale koortsthermometer, werkt elektronisch. De meetwaarde wordt in cijfers op een scherm weergegeven. Dit soort meters maakt het je erg gemakkelijk: je hoeft alleen de cijfers te noteren.

Een analoog meetinstrument, zoals een maatcilinder of een analoge spanningsmeter, heeft een schaalverdeling. Je leest een maatcilinder af door te kijken bij welk streepje de vloeistofspiegel zich bevindt. Bij een analoge spanningsmeter kijk je bij welk streepje de wijzer stilstaat.

Bij deze meetinstrumenten kun je niet meteen de meetwaarde aflezen.
Eerst moet je weten hoeveel elk streepje 'waard' is. Daar kun je als volgt achterkomen:

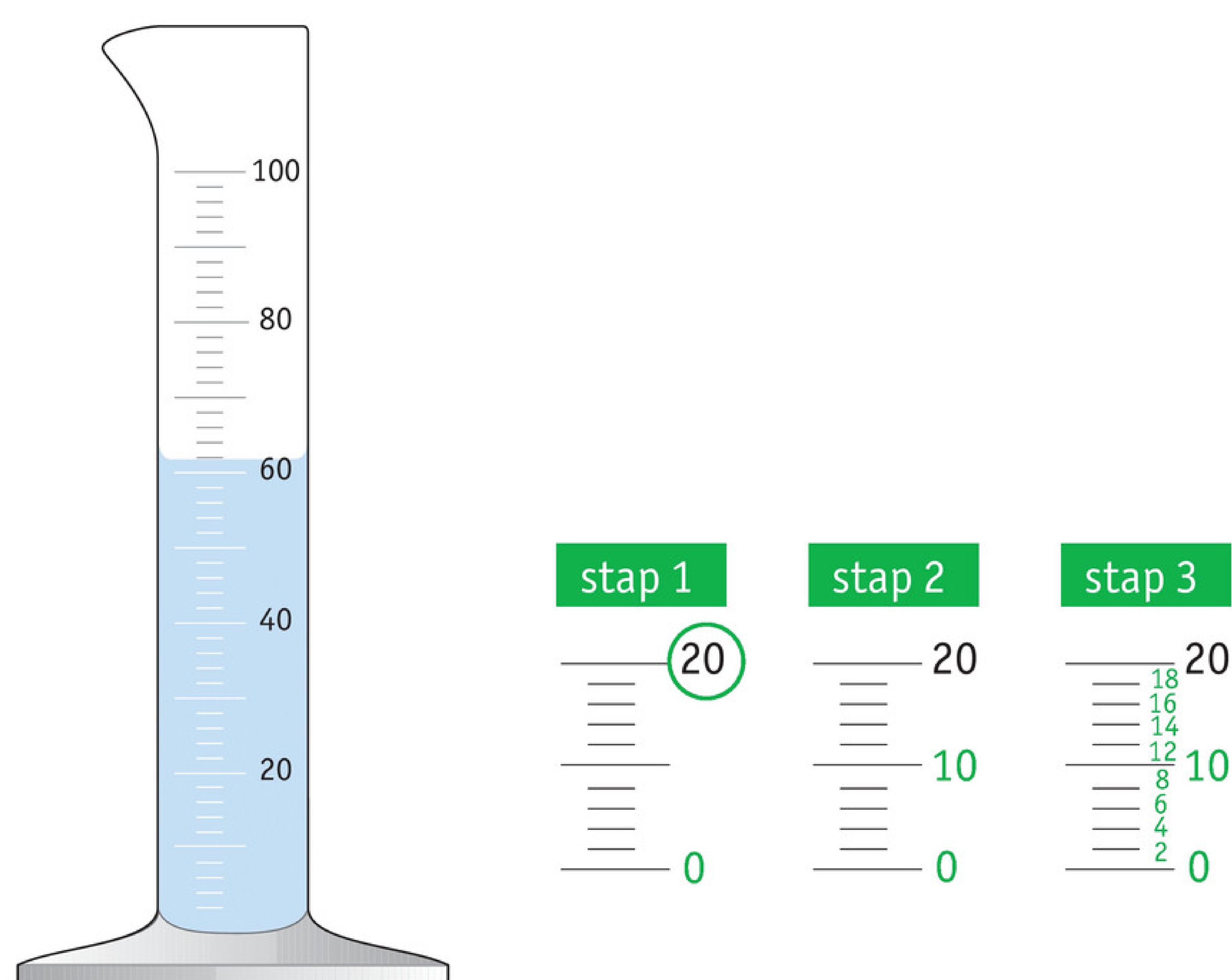
Stap 1 **Ga van de 0 naar het eerste streepje met een getal.**
Bij de maatcilinder in afbeelding 5 is dat het streepje waar 20 bij staat.

Stap 2 **Ga naar het streepje halverwege de 0 en het eerste getal.**
Bedenk welk getal bij dit streepje hoort. Bij de maatcilinder is dat 10.

Stap 3 **Bedenk nu wat elk streepje van de schaalverdeling waard is.**
Tel van 0 naar het eerste getal om te controleren of alles klopt.
Bij de maatcilinder gaat het goed als je in stappen van 2 mL telt.

Elk streepje van de maatcilinder is dus 2 mL waard.
Ga zelf na dat er 62 mL water in de maatcilinder zit.

Bij andere meetinstrumenten met een schaalverdeling ga je op dezelfde manier te werk.



afbeelding 5 Zo lees je een maatcilinder af.

6 Werken met een brander

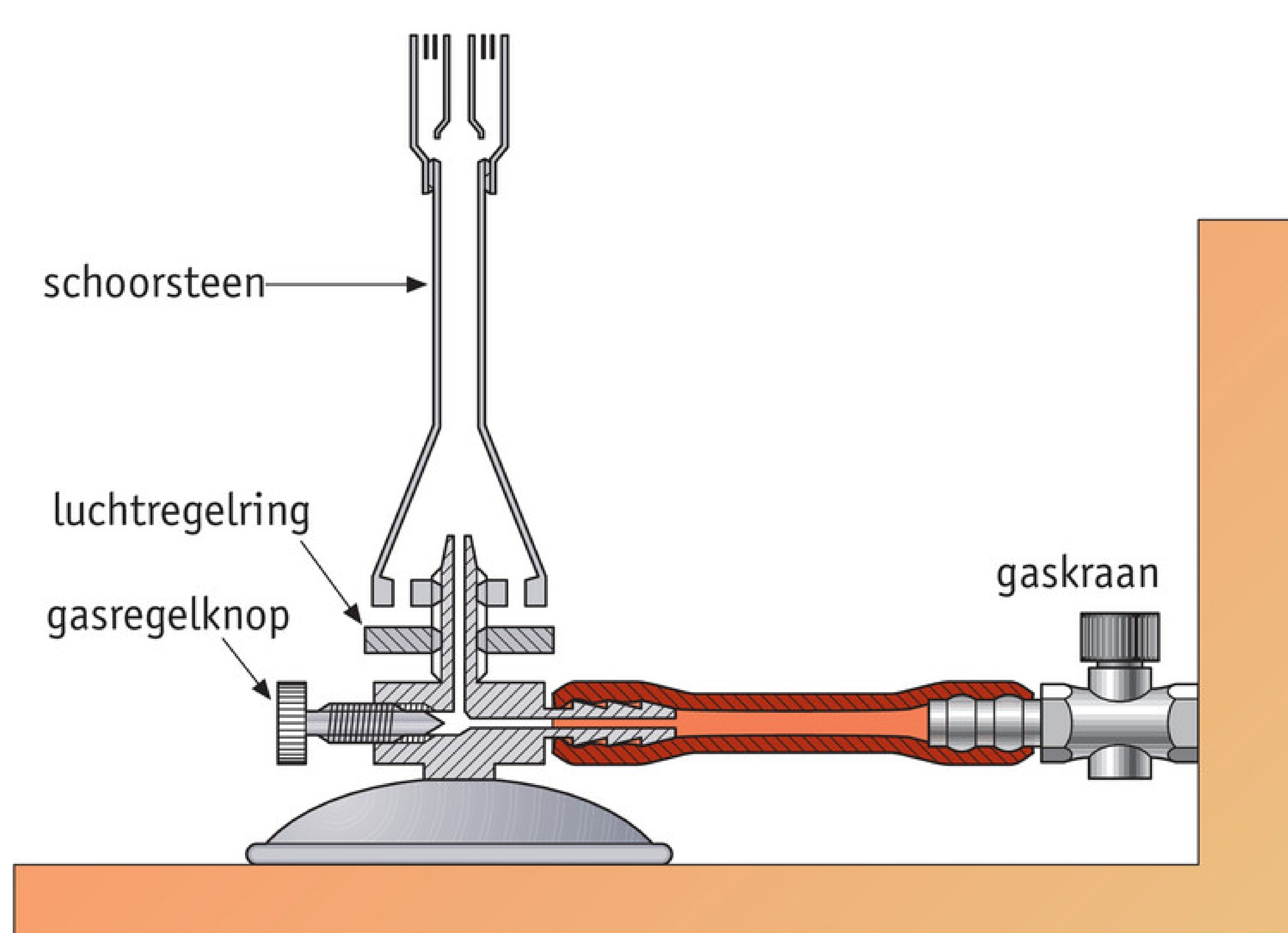
Bij het vak natuur- en scheikunde gebruik je af en toe een brander. Hieronder staat hoe je ermee moet werken.

Veiligheid

- Houd je aan de veiligheidsregels die je leraar met je heeft besproken.

Vooraf

- Controleer of de gasregelknop en de luchtregelring van de brander dicht zijn (afbeelding 6).
  Zo niet, draai ze dan dicht.



afbeelding 6 De onderdelen van een brander.

Aansteken

- Draai de gaskraan op je tafel open.
- Houd een brandende lucifer boven de brander.
- Draai de gasregelknop open.
- De brander brandt nu met een goed zichtbare, gele vlam.

Verwarmen

- Draai de luchtregelring open.
- De brander brandt nu met een slecht zichtbare, blauwe vlam. Deze blauwe vlam is veel heter dan de gele vlam. Om iets te verwarmen, gebruik je meestal een zacht ruisende, blauwe vlam (en nooit een gele vlam).

Proef onderbreken

- Laat de brander niet alleen als hij met een blauwe vlam brandt.
- Draai altijd eerst de luchtregelring dicht.
- De brander brandt dan met een goed zichtbare gele vlam.

Uitdoen

- Draai de luchtregelring dicht.
- Draai de gaskraan op je tafel dicht.
- Draai de gasregelknop dicht.

7 Werken met een spanningsmeter

Bij proeven met elektriciteit wordt vaak een spanningsmeter gebruikt. Je moet zo'n meter op de juiste manier aansluiten.

Aansluiten

- Om de spanning 'over' een lampje te meten, schakel je de spanningsmeter parallel met het lampje. Zie afbeelding 7.
- Verbind de plus-pool van de batterij of voeding met de plus-aansluiting op de spanningsmeter. De wijzer beweegt dan de goede kant op. Als het toch fout gaat, sluit dan de twee snoeren 'andersom' op de meter aan.

Meetbereiken

- Veel spanningsmeters hebben verschillende meetbereiken. De meter in afbeelding 7 heeft bijvoorbeeld drie meetbereiken: 0–3 volt, 0–15 volt en 0–30 volt. Als je het meetbereik van 0–3 volt gebruikt, kun je spanningen meten tot maximaal 3 volt.
- Voer eerst een 'testmeting' uit met het grootste meetbereik. Zo voorkom je dat de meter kapotgaat. Je ziet dan vanzelf of je een kleiner meetbereik kunt gebruiken.
- Doe de meting daarna met het kleinst mogelijke meetbereik. Dan slaat de wijzer verder uit en kun je nauwkeuriger aflezen wat hij aanwijst.

Aflezen

- Kijk altijd zo recht mogelijk op de meter en doe je best om nauwkeurig af te lezen.



afbeelding 7 Zo sluit je een spanningsmeter aan.

8 Werken met een stroommeter

Bij proeven met elektriciteit wordt vaak een stroommeter gebruikt. Je moet zo'n meter op de juiste manier aansluiten.

Aansluiten

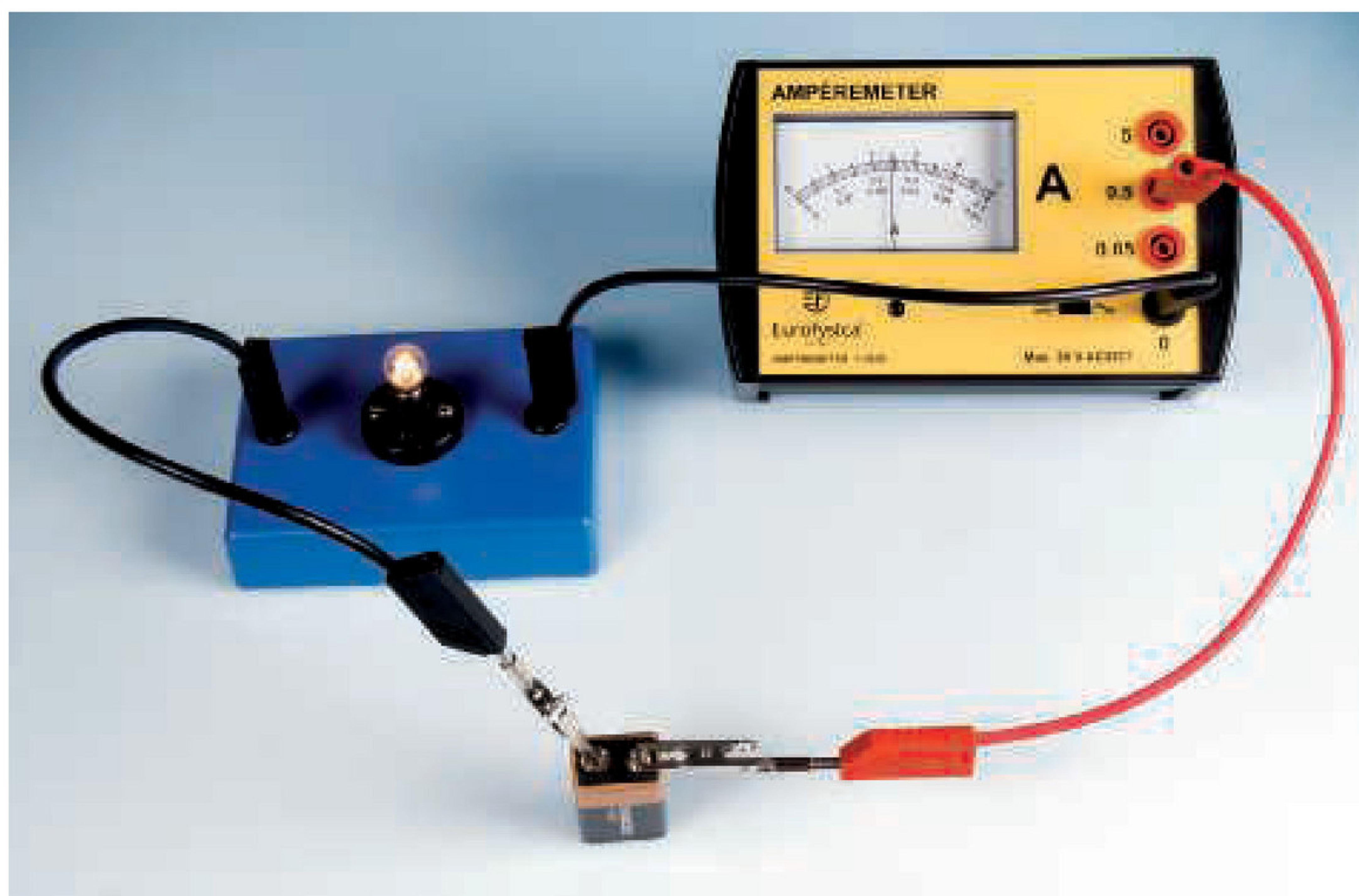
- Om de stroomsterkte door een lampje te meten, schakel je de stroommeter in serie met het lampje. De stroom door het lampje loopt dan ook door de meter.
- Verbind de plus-pool van de batterij of voeding met de plus-aansluiting op de stroommeter. De wijzer beweegt dan de goede kant op. Als het toch fout gaat, sluit dan de twee snoeren 'andersom' op de meter aan.

Meetbereiken

- Meestal kun je op de stroommeter verschillende meetbereiken kiezen. De meter in afbeelding 8 heeft er drie: 0–5 A, 0–500 mA en 0–50 mA. Als je het meetbereik van 0–500 mA gebruikt, kun je stromen meten tot maximaal 500 mA.
- Voer eerst een 'testmeting' uit met het grootste meetbereik. Zo voorkom je dat de meter kapotgaat. Je ziet dan vanzelf of je een kleiner meetbereik kunt gebruiken.
- Doe de meting daarna zo mogelijk met een kleiner meetbereik. Als je ziet dat de stroomsterkte 30 à 40 mA is, schakel je bijvoorbeeld over op 0-50 mA. Dan slaat de wijzer flink ver uit en kun je nauwkeurig aflezen wat hij aanwijst.

Aflezen

- Kijk altijd zo recht mogelijk op de meter en doe je best om nauwkeurig af te lezen.



afbeelding 8 Zo sluit je een stroommeter aan.

9 Werken met een multimeter

Bij proeven met elektriciteit kun je een multimeter gebruiken in plaats van een spanningsmeter of een stroommeter. Met een draaiknop op de meter kun je eenvoudig de te meten grootheid en het gewenste meetbereik kiezen (afbeelding 9).

De spanning meten

- Zet de draaiknop in het gebied DCV of V= en kies het hoogste meetbereik.
- Sluit de multimeter aan als een spanningsmeter: parallel met het lampje.
- Voer een ‘testmeting’ uit. Herhaal dit zo nodig met een kleiner meetbereik.
- Voer ten slotte de ‘echte’ meting uit met het kleinst mogelijke meetbereik.

De stroomsterkte meten

- Zet de draaiknop in het gebied DCA of A= en kies het hoogste meetbereik.
- Sluit de multimeter aan als een stroommeter: in serie met het lampje.
- Voer een ‘testmeting’ uit. Herhaal dit zo nodig met een kleiner meetbereik.
- Voer ten slotte de ‘echte’ meting uit met het kleinst mogelijke meetbereik.

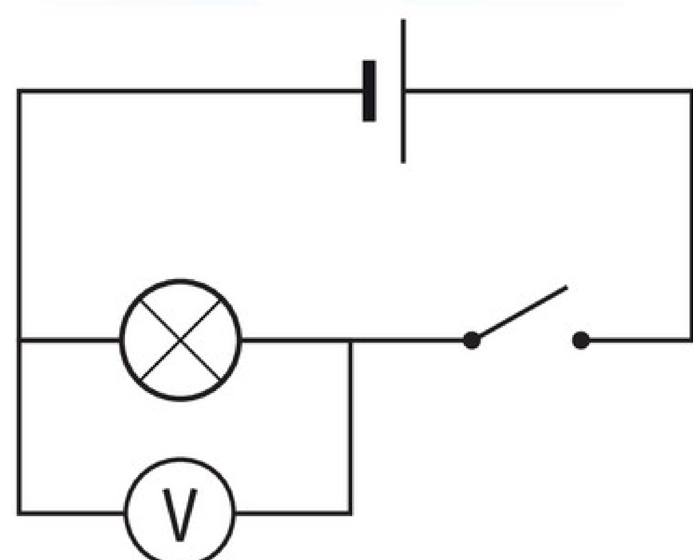


afbeelding 9 Een multimeter.

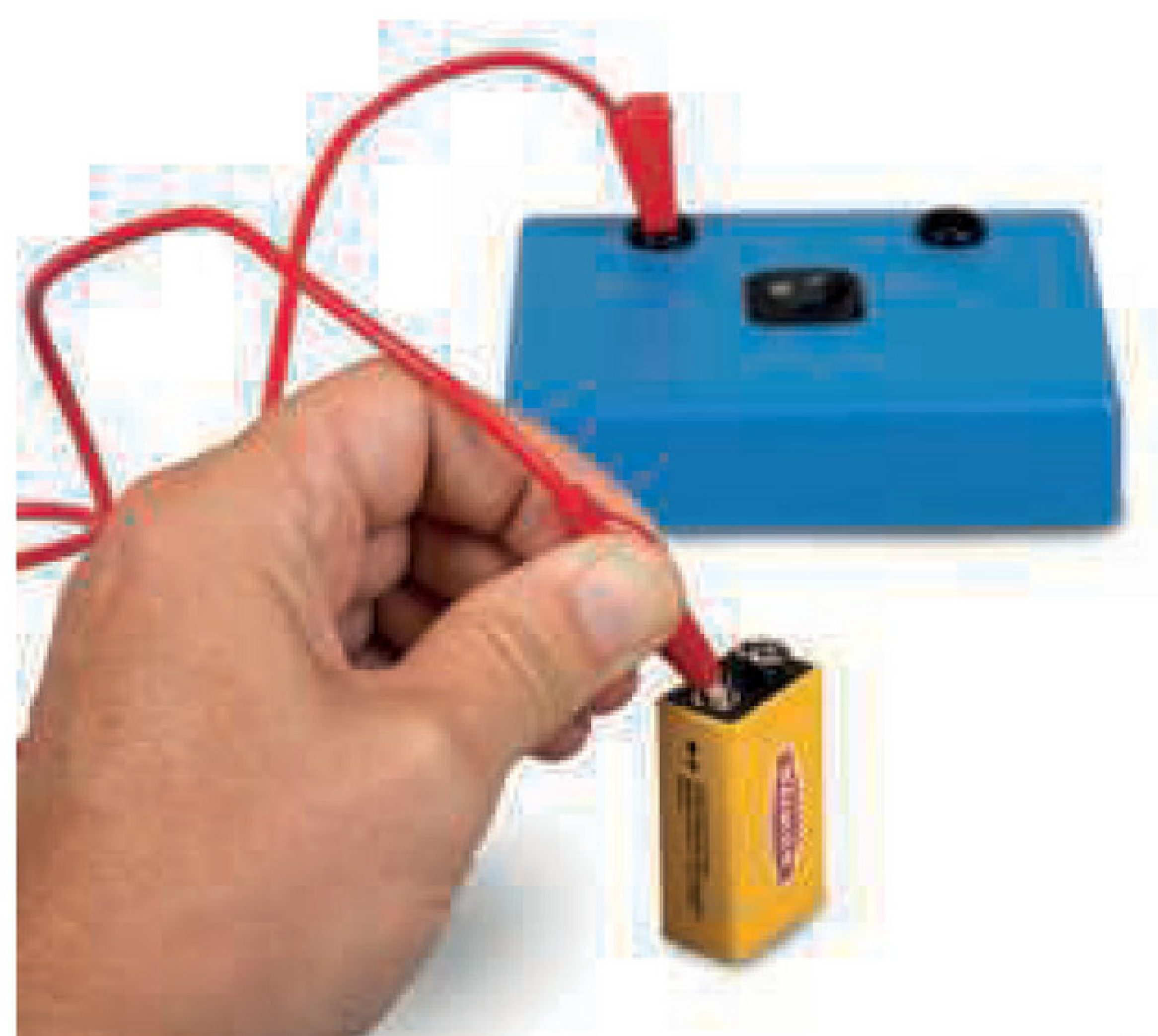
10 Schakelingen bouwen

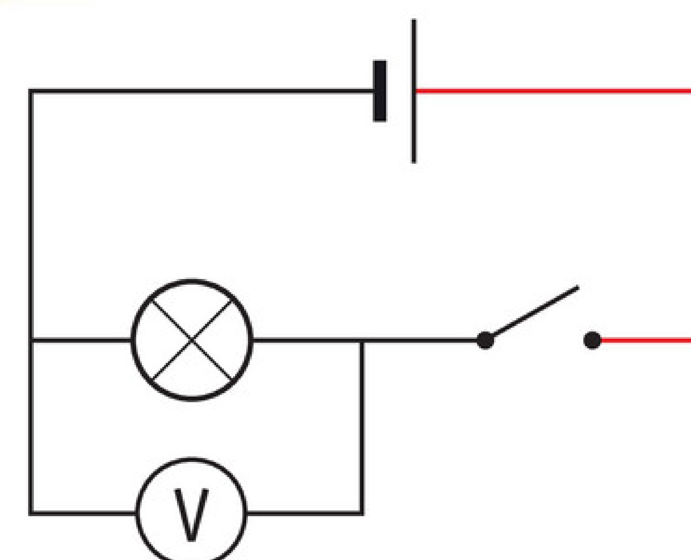
Bij sommige proeven bouw je een schakeling aan de hand van een schakelschema. Je kunt zo'n schakeling het beste stap voor stap opbouwen. In afbeelding 10 zie je hoe dat werkt.



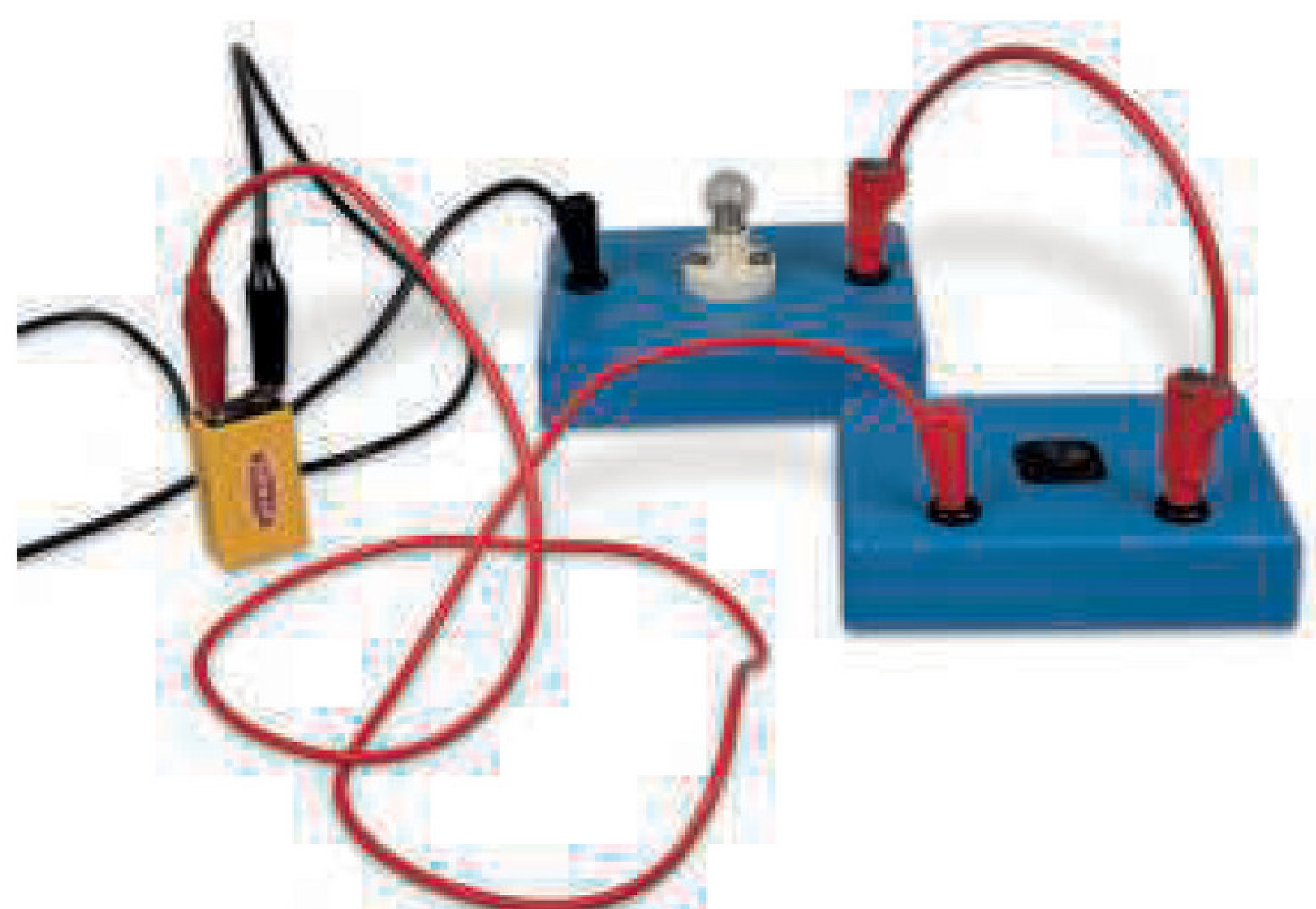


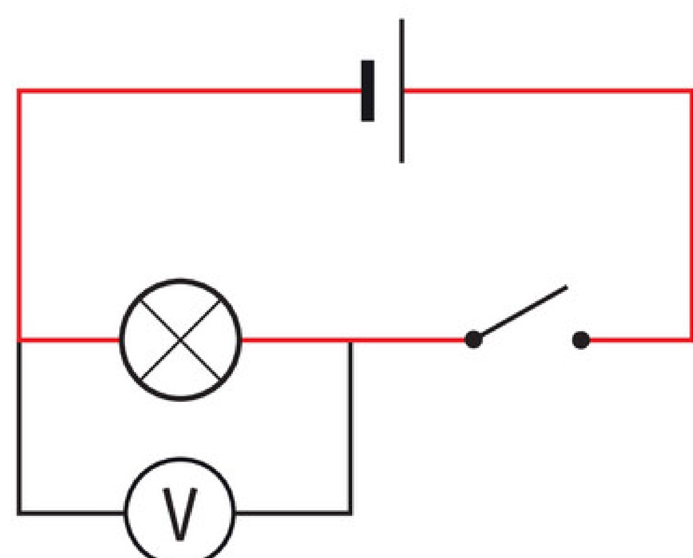
1 Verzamel de verschillende onderdelen.





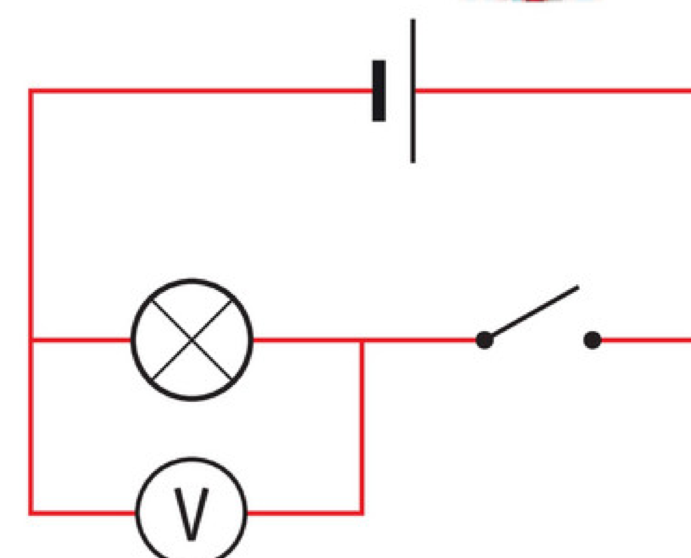
2 Begin met een rood snoer aan de plus-kant.





3 Sluit het lampje en de schakelaar aan: in serie.





4 Sluit de spanningsmeter aan: parallel met het lampje.

afbeelding 10 Een schakeling bouwen.

11 Werken met een oscilloscoop

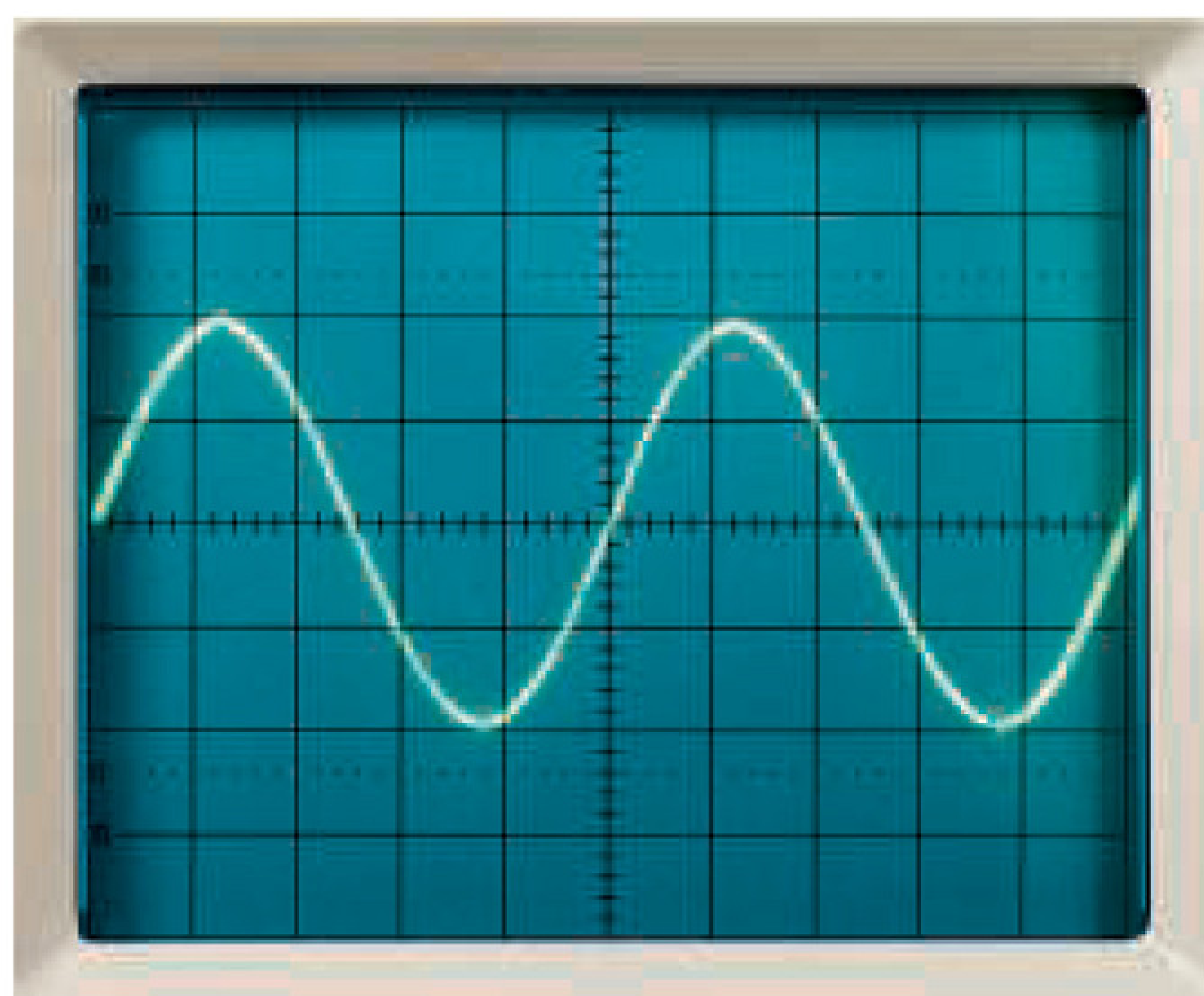
Met een oscilloscoop kun je de frequentie van een toon bepalen. Daarvoor moet je een microfoon aansluiten op de ingang van de oscilloscoop. Op het scherm verschijnt dan een afbeelding van de geluidstrilling.

De tijdbasis

Het scherm van de oscilloscoop is verdeeld in vakjes. Langs de horizontale as is de tijd uitgezet. Als één vakje 2 milliseconden breed is, zeg je dat de tijdbasis op 2 milliseconden per onderverdeling (2 ms/div) staat ingesteld. Je kunt de tijdbasis zelf instellen op de oscilloscoop.

De tijdbasis instellen

- Soms zijn er te veel trillingen op het scherm te zien. Stel de tijdbasis dan in op een kleinere waarde.
- Soms is er maar een klein stukje van één trilling te zien. Stel de tijdbasis dan in op een grotere waarde.
- De tijdbasis is goed ingesteld als er enkele trillingen op het scherm te zien zijn. Je kunt dan goed op het scherm aflezen hoeveel tijd voor één trilling nodig is (afbeelding 11).

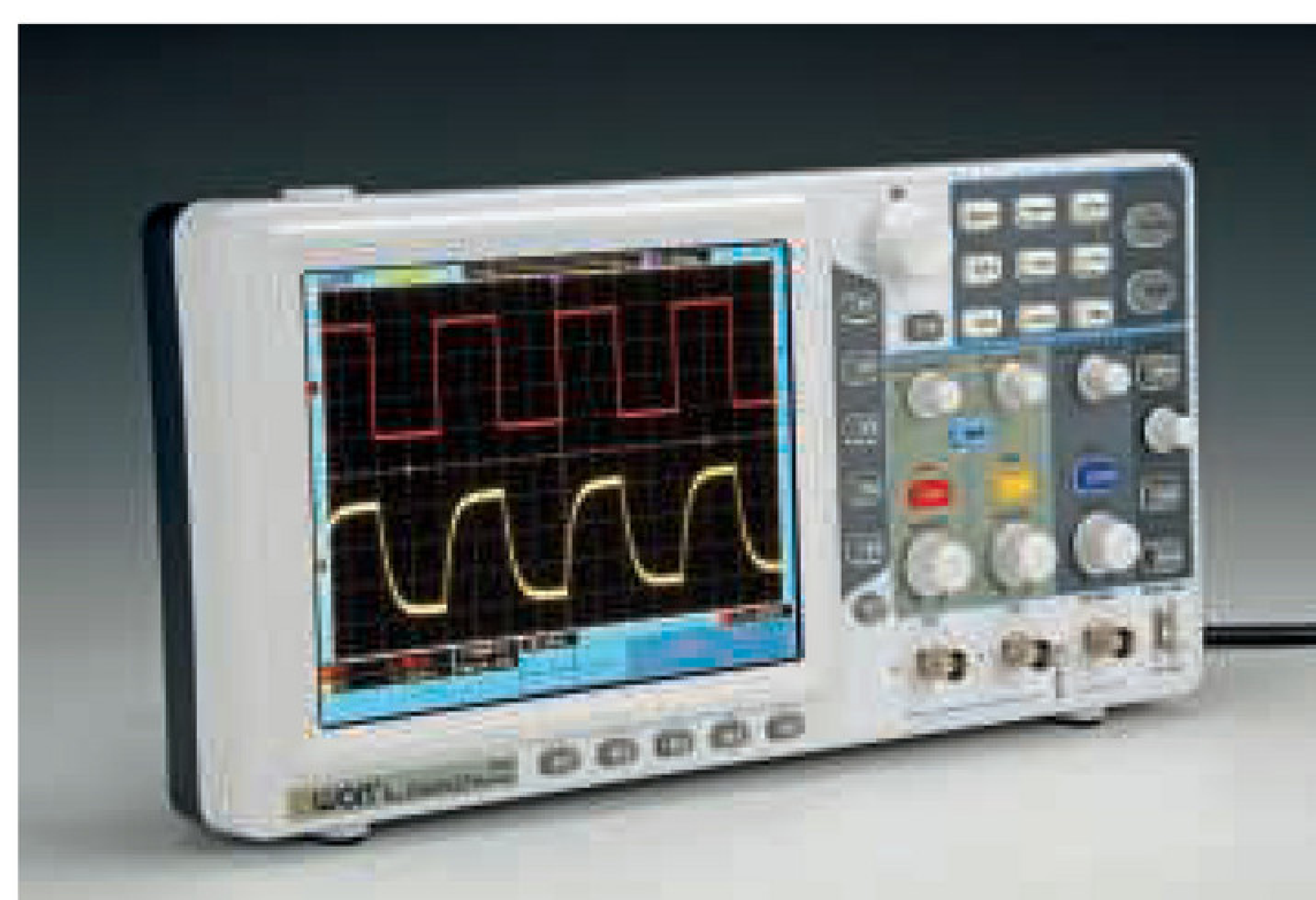


afbeelding 11 Het oscilloscoopbeeld van een trilling.

Bij een analoge oscilloscoop stel je de tijdbasis in met een draaiknop (afbeelding 12). Bij een digitale oscilloscoop kun je de tijdbasis ook zelf instellen, of met een druk op de autoset-knop de oscilloscoop de ideale tijdbasis laten zoeken (afbeelding 13).



afbeelding 12 De tijdbasis van een oscilloscoop.



afbeelding 13 Een digitale oscilloscoop.

12 Werken met formules

Bij het vak natuur- en scheikunde moet je af en toe berekeningen maken. Je moet daarbij duidelijk laten zien hoe je aan het antwoord komt.

Werk een berekening daarom als volgt uit:

Stap 1 **Schrijf de gegevens volledig op.**

Stap 2 **Noteer wat gevraagd wordt.**

Stap 3 **Noteer de formule in de juiste vorm.**

Je schrijft de formule voor het vermogen:

- als vermogen = spanning × stroomsterkte om het vermogen te berekenen.
- als $\text{spanning} = \dfrac{\text{vermogen}}{\text{stroomsterkte}}$ om de spanning te berekenen.
- als $\text{stroomsterkte} = \dfrac{\text{vermogen}}{\text{spanning}}$ om de stroomsterkte te berekenen.

Stap 4 **Vul de gegevens in.**

Stap 5 **Noteer het antwoord: een getal, gevolgd door een eenheid.**

Rond de uitkomst af, als je antwoord anders te veel cijfers krijgt. Een bruikbare vuistregel is dat je antwoord evenveel of maximaal één cijfer meer heeft als het gegeven met het kleinst aantal cijfers.

VOORBEELDOPDRACHT

Een metalen cilinder heeft een massa van 196 g en een volume van 22 cm^3.
Bereken de dichtheid van de stof waarvan het cilindertje gemaakt is.
Om welke stof zou het kunnen gaan?

gegevens massa = 196 g
volume = 22 cm^3

gevraagd dichtheid = ?

uitwerking $\text{dichtheid} = \dfrac{\text{massa}}{\text{volume}} = 8{,}9\ g/cm^3$

Het cilindertje zou van koper gemaakt kunnen zijn. Zie tabel 1 Dichtheid van een aantal stoffen in paragraaf 4 van hoofdstuk 2.

13 Werken met tabellen en grafieken

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Neem bijvoorbeeld de onderzoeksvraag: *Wat is het verband tussen de temperatuur van water in een bekerglas en de tijd dat het water wordt verwarmd?*

Deze vraag gaat over het verband tussen de tijd en de temperatuur. Om deze vraag te beantwoorden, voer je een serie metingen uit. Je verwarmt het water met een brander. Om de minuut lees je de temperatuur van het water af op een thermometer. De meetresultaten noteer je in een tabel (zie afbeelding 14a). Na afloop geef je de meetresultaten weer in een grafiek.
Zo'n grafiek maak je als volgt (zie afbeelding 14b, c en d):

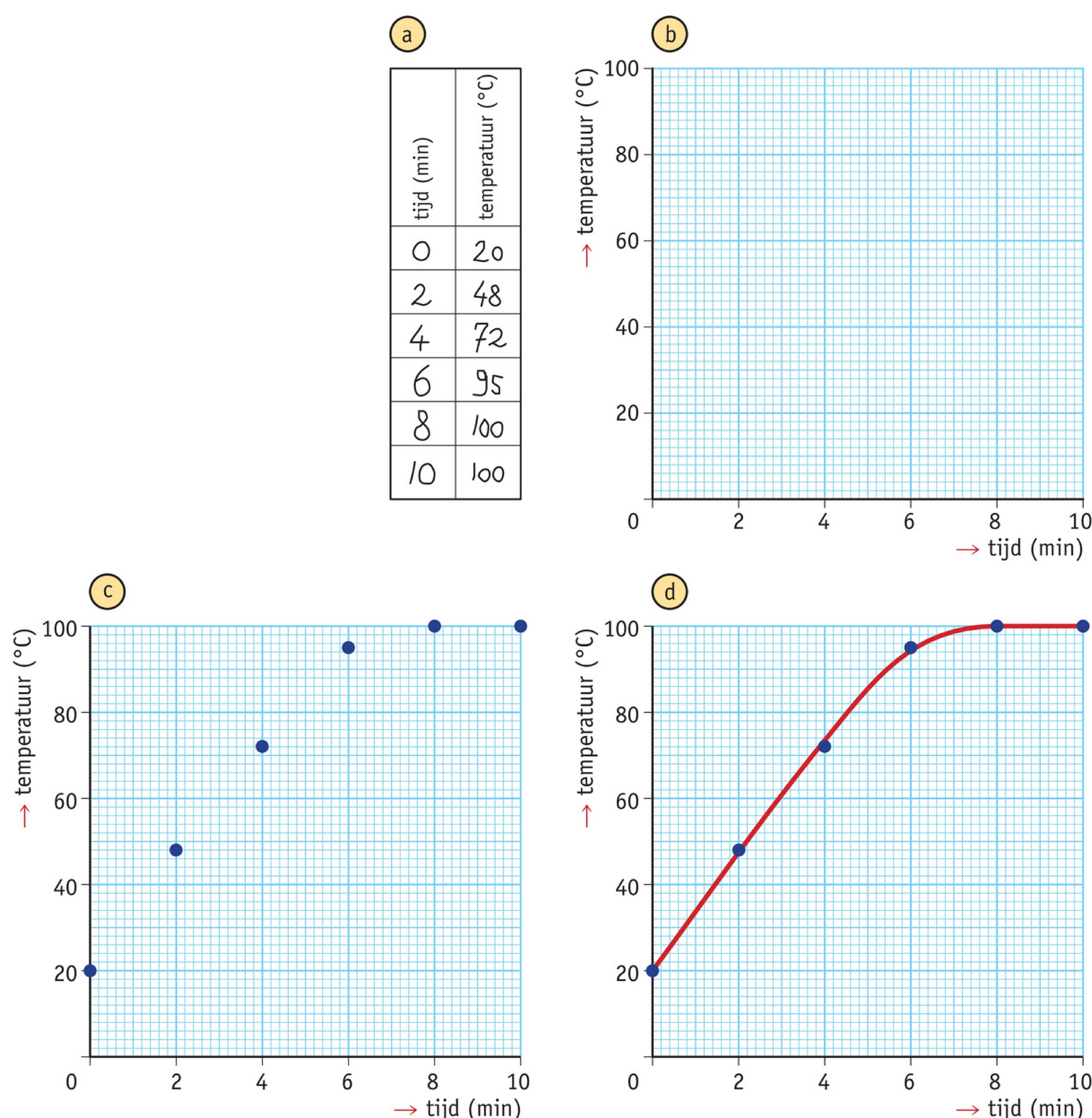
Stap 1 **Teken een assenstelsel.**

Stap 2 **Zet bij elke as een grootheid, met de bijbehorende eenheid.**
Bijvoorbeeld: tijd (min) en temperatuur (°C).

Stap 3 **Zet langs beide assen een geschikte schaalverdeling.**

Stap 4 **Teken de meetresultaten in als punten.**

Stap 5 **Teken een rechte lijn of een vloeiende kromme die zo goed mogelijk bij de punten aansluit. Je mag de punten niet een voor een met elkaar verbinden.**
Het geeft dus niet dat de rechte lijn of kromme niet precies door alle meetpunten loopt.


a

tijd (min)	temperatuur (°C)
0	20
2	48
4	72
6	95
8	100
10	100

afbeelding 14 Van tabel naar grafiek.

14 Een verslag schrijven

Bij een onderzoek hoort een verslag. In dat verslag leg je uit hoe het onderzoek is verlopen. Iemand die er niet bij geweest is, moet precies kunnen begrijpen wat er allemaal is gebeurd. Soms moet je ook een verslag maken van een practicumproef of een thuisopdracht.

Deel je verslag als volgt in:

Titelpagina
Hierop vermeld je: de titel van het onderzoek, de namen van de leerlingen in het onderzoeksgroepje, de klas, de naam van je leraar, de datum en het jaartal.

§ 1 Onderzoeksvraag
In deze paragraaf leg je uit welke vraag je met je onderzoek wilde beantwoorden.

§ 2 Werkplan
Hierin staat:
- een lijst met de spullen die je hebt gebruikt;
- een tekening van de opstelling die je hebt gemaakt;
- een korte beschrijving van wat je hebt gedaan.

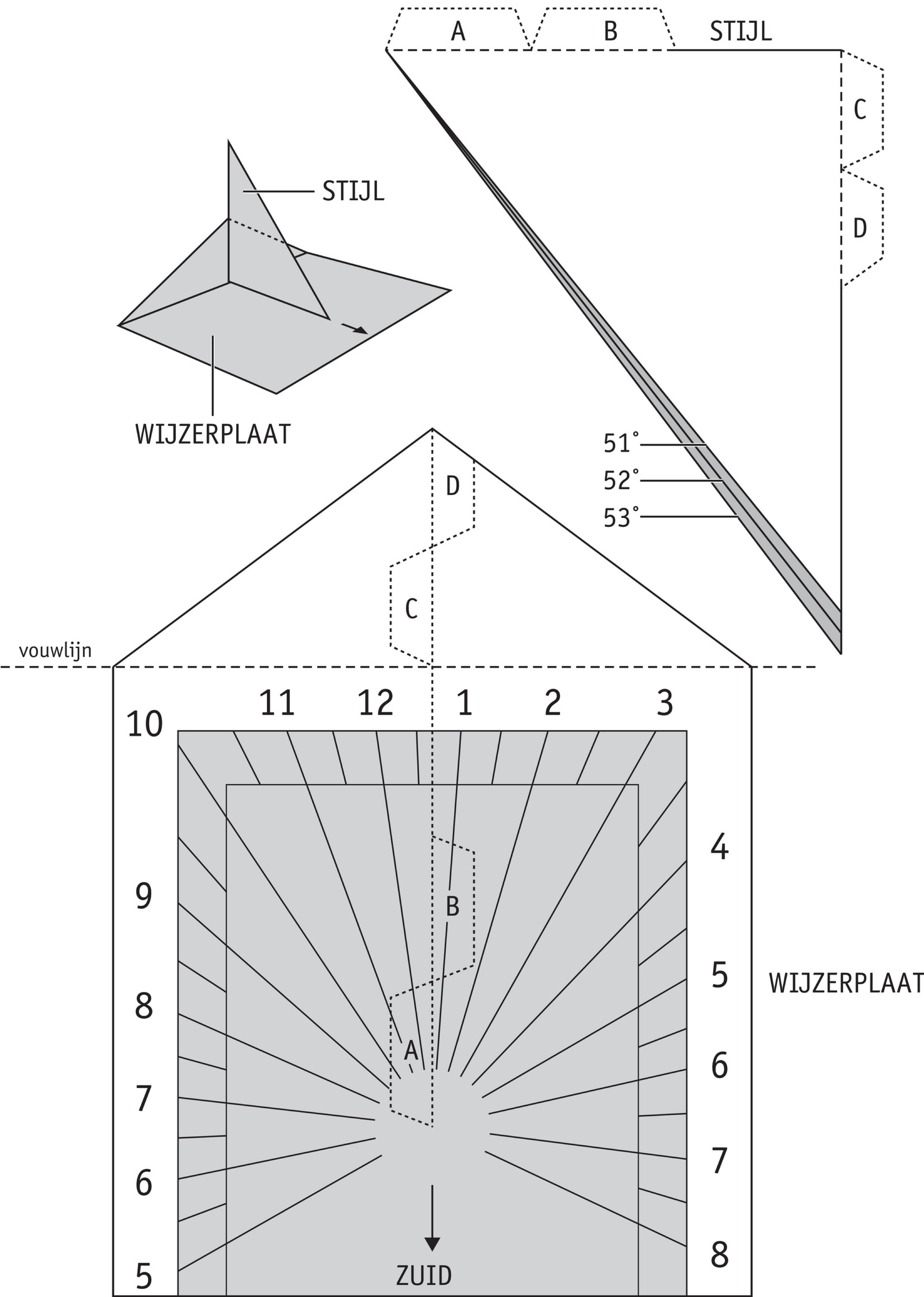
§ 3 Onderzoeksresultaten
Hierin vermeld je wat je hebt waargenomen of gemeten: in de vorm van tekst, tabellen, grafieken, foto's en dergelijke.

§ 4 Conclusie
Hierin staat het antwoord op de onderzoeksvraag.

Een verslag hoort er goed uit te zien. Het gaat niet alleen om de inhoud van je verslag. Je moet die inhoud ook duidelijk en overzichtelijk presenteren.

HOOFDSTUK 7 HET HEELAL
KNIPBLAD ZONNEWIJZER

Naar: esero.nl





Register

Achter elk begrip staat de pagina waarop het begrip in de leertekst wordt uitgelegd en de pagina waarop het begrip in het Leerstofoverzicht staat.

Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
F. Kappers
M. Kelder
L. Lenders
S. Michon
C. Schatorjé
T. Seynaeve

EINDREDACTIE
L. Pijnappels

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis Infographics, Groningen, Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam, Daliz Research, Den Haag

BEELDVERANTWOORDING
Alamy Stock Photo/Imageselect/EyeEm: Pag. 143 (r.m.o.); Alamy Stock Photo/Imageselect/NASA: Pag. 143 (r.o.); Alamy/Imageselect/Christian Goupi: Pag. 191; ANP Foto / Science Photo Library/DAVID PARKER: Pag. 134 (o.); ANP Foto /Science Photo Library/GARY HINCKS: Pag. 124 (o.); ANP Foto /Science Photo Library/HERMAN EISENBEISS: Pag. 137; ANP Foto /Science Photo Library/JOHN CHUMACK: Pag. 134 (b.); ANP Foto /Science Photo Library/MARK GARLICK: Pag. 155 (m.), 157 (o.); ANP Foto /Science Photo Library/ MIGUEL CLARO: Pag. 118/119, 124 (b.); ANP Foto/Evert-Jan Daniels: Pag. 25 (o.); ANP Foto/Pedro Ugarte: Pag. 18; ANP Foto/Science Photo Library/LEONARD LESSIN: Pag. 193 (b.); ANP Foto/US Geological Survey/Science Photo Library: Pag. 146 (o.); CORBIS/Getty Images/Tim Wright: Pag. 43 (o.); Depositophoto, San Francisco: Pag. 239, Edwin Verbaal/ Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 82 (l.b.), 82 (r.b.), 120, 121 (o.), 122 (b.), 122 (o.), 123 (l.b.), 123 (r.b.), 123 (o.), 126 (l.), 126 (r.), 128, 136 (b.), 138, 139, 145 (b.), 145 (o.), 151, 155 (b.), 159, 163, 164, 165, 168, 169, 169, 169, 169, 169 (m.), 169, 169, 169, 169, 170 (b.), 170 (m.), 170 (l.o.), 170 (r.o.), 171, 174 (l.o.), 174 (m.o.), 174 (r.o.), 251; Elja Trum/Photofacts /Elja Trum: Pag. 17; Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 11, 15 (r.), 31 (b.), 33, 35, 41 (o.), 43 (b.), 46, 0, 52, 56, 60, 62, 74 (l.), 74 (m.), 74 (r.), 82 (o.), 84 (b.), 85 (o.), 86 (o.), 87 (o.), 99 (o.), 101, 198 (l.), 198 (m.), 198 (r.), 199 (l.), 199 (m.), 199 (r.), 201, 202, 207; Eurofysica: Pag. 246 (r.o.); Getty Images/Balzs Ujhelyi/EyeEm: Pag. 130; Getty Images/Photo Researchers/ jansucko: Pag. 14; Getty Images/Photo Researchers/ Southern Illinois University: Pag. 188 (o.); Getty Images/

Photoplus Magazine: Pag. 16; Getty Images/Visual China Group: Pag. 32; Google: Pag. 102; Hollandse Hoogte/Bart van Overbeeke Fotografie: Pag. 68/69; Hollandse Hoogte/Gerard Til: Pag. 213 (b.); Hollandse Hoogte/Johan van der Wielen: Pag. 88 (b.); Hollandse Hoogte/Joyce van Belkom: Pag. 236; Imagebroker/Imageselect/John Pulsipher: Pag. 147 (o.); Jacob Breimer, Zeeland (NB): Pag. 24 (l.), 24 (r.), 103, 224, 225, 234; JAXA: Pag. 135; Koninklijke Philips BV, Amsterdam: Pag. 70 (l.); Laserpromotions b.v., Veenendaal/Laserpromotions b.v., Veenendaal: Pag. 86 (b.); NASA/ J. Clarke (Boston University), and Z. Levay (STScI): Pag. 143 (b.); NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute/NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute: Pag. 133 (l.); NASA/JPL: Pag. 144 (o.); NASA/JPL-Caltech/MSSS: Pag. 144 (b.); NASA/JPL-Caltech/NASA/JPL-Caltech: Pag. 174 (b.); NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute: Pag. 153; NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/NASA/JPL-Caltech/University of Arizona: Pag. 133 (r.); Nationale Beeldbank/John Huizing: Pag. 42; Pim Rusch Fotografie, Leiden/Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 245; Pim Rusch Fotografie, Leiden: Pag. 8, 72 (l.b.), 72 (l.o.), 78 (l.), 78 (r.), 89 (b.), 90 (l.o.), 90 (r.o.), 215 (l.), 242, 243, 244, 246 (l.o.); Shutterstock /BaLL LunLa: Pag. 203 (o.); Shutterstock /Blue Planet Earth: Pag. 186 (l.o.); Shutterstock /Glynnis Jones: Pag. 196; Shutterstock /Monkey Business Images: Pag. 214; Shutterstock /Natthawon Chaosakun: Pag. 186 (l.b.); Shutterstock /REDPIXEL.PL: Pag. 180/181; Shutterstock /Robert Young: Pag. 186 (r.o.); Shutterstock /Roxana Gonzalez: Pag. 186 (r.b.); Shutterstock /Selcuk Koc: Pag. 184; Shutterstock /www.hollandfoto.net: Pag. 204; Shutterstock/AleksandrMorrisovich: Pag. 121 (b.); Shutterstock/AlexZi: Pag. 166; Shutterstock/Andrey_Popov: Pag. 91; Shutterstock/AnnaStills: Pag. 146 (b.); Shutterstock/ArCaLu: Pag. 157 (b.); Shutterstock/Benevolente82: Pag. 87 (b.); Shutterstock/Dario Sabljak: Pag. 104; Shutterstock/Diego Barucco: Pag. 136 (o.); Shutterstock/Dmitriy: Pag. 132; Shutterstock/dotshock: Pag. 73 (l.); Shutterstock/Elena11/Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 127; Shutterstock/Erika J Mitchell: Pag. 97; Shutterstock/Everett Collection: Pag. 147 (b.); Shutterstock/Hollygraphic: Pag. 155 (o.); Shutterstock/Ivan Smuk: Pag. 100; Shutterstock/jgorzynik: Pag. 211; Shutterstock/Jose HERNANDEZ Camera 51: Pag. 79; Shutterstock/Katharina Wittfeld: Pag. 99 (b.); Shutterstock/Ksanawo: Pag. 143 (l.o.); Shutterstock/LucileB: Pag. 38; Shutterstock/Maciej Czekajewski: Pag. 182; Shutterstock/Mohamed Elkhamisy: Pag. 158 (o.); Shutterstock/muratart: Pag. 161; Shutterstock/Nayoka: Pag. 70 (r.); Shutterstock/Paul PPP: Pag. 19; Shutterstock/Pim Kraster: Pag. 212; Shutterstock/pio3: Pag. 6/7; Shutterstock/Sergey Peterman: Pag. 73 (r.); Shutterstock/Serov Aleksei: Pag. 98 (o.); Shutterstock/Star Trail: Pag. 131; Shutterstock/Steve T. Bentley: Pag. 70 (m.); Shutterstock/Tristan3D: Pag. 143 (l.m.o.); Shutterstock/Wolfgang Kloehr: Pag. 158 (b.); Shutterstock/Yarek Gora: Pag. 90 (b.); Shutterstock: Pag. 246 (b.), 188 (b.); Wil Tirion - Uranography & Graphic Design, Capelle aan den Ijssel (met toestemming van allesoversterrenkunde.nl): Pag. 156;

OMSLAG

anatoliy_gleb/Shutterstock

ISBN 978 94 020 6888 7

Release 2021, eerste oplage

MALMBERG



Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.



Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.



Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

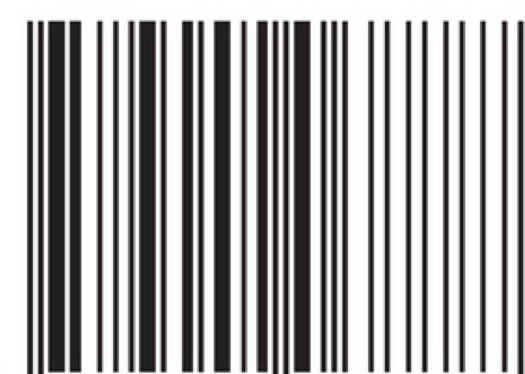
AUTEURS

F. Kappers
M. Kelder
L. Lenders
S. Michon
C. Schatorjé
T. Seynaeve

EINDREDACTIE

L. Pijnappels

ISBN 978 94 020 6888 7



596148

MALMBERG